

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Погарцевой Марии Михайловны

«Исследование процессов формообразования деталей летательных аппаратов методами изгиба с растяжением и последующим удалением части материала»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Актуальность темы диссертации обосновывается тем, что в самолетостроении большинство деталей типа обшивок и элементов шпангоутов имеют не только переменную кривизну, но и переменную толщину или переменную геометрию стенки и полки, поэтому технологический процесс изготовления этих деталей включает технологические операции по удалению части материала заготовки, например, фрезерование или размерное химическое травление. В результате этого за счет перераспределения остаточных напряжений в деформируемой заготовке возникают искажения конечной формы готовой детали, что снижает ее точностные характеристики.

Таким образом, задача по определению величин пружинений деталей летательных аппаратов переменной кривизны после формообразования их методами изгиба с растяжением на обтяжных прессах из листовых или профильных заготовок и последующим удалением части материала является весьма актуальной. Это позволит предсказать поведение таких заготовок и значит рационально проектировать формы обтяжных пуансонов на этапе технологической подготовки и в производстве таких деталей и, как следствие, повысить точность их изготовления.

Научная новизна исследования заключается:

- в разработке математической модели технологического процесса формообразования деталей летательных аппаратов методами изгиба с растяжением на обтяжных прессах с числовым программным управлением с учетом схемы и истории нагружения заготовки (то есть последовательности применения операций изгиба, растяжения и их комбинаций) и с учетом эффекта Баушингера;

- в создании методики расчёта конечной формы детали с учётом пружинения, вызванного вследствие удаления части материала формообразованной заготовки;

- в создании методики расчёта управляющих параметров для реализации на обтяжном прессе с числовым программным управлением такой схемы нагружения, которая обеспечивает большую геометрическую точность изготовления детали.

Практической ценностью работы является повышение качества и уменьшение сроков технологической подготовки производства при

освоении новых деталей летательных аппаратов, изготавливаемых методами изгиба с растяжением на обтяжных прессах с последующим удалением части материала. Это позволяет повысить качество готовых деталей и снизить трудоемкость их изготовления за счет уменьшения объема доводочных работ.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность. В диссертационной работе автором проведен подробный анализ известных достижений и теоретических положений отечественных и зарубежных авторов. Все утверждения подтверждены ссылками на источники. Научные положения и выводы, приведенные в работе, подтверждаются удовлетворительным совпадением результатов расчётов по численно-аналитической методике, результатов конечно-элементного моделирования и натуральных экспериментов.

Проведённые исследования широко апробированы и основные результаты работы в достаточном объеме опубликованы в печати. По теме диссертации опубликовано 16 печатных работ. В рецензируемых научных изданиях, рекомендуемого ВАК РФ перечня, опубликовано три статьи. Ещё одна статья опубликована в издании, включённом в базу научного цитирования Scopus.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех основных глав, результатов работы, списка литературы и приложений. Работа изложена на 120 страницах машинописного текста, содержит 69 рисунков, 3 таблицы, список литературы из 70 наименований и 5 приложений на 66 страницах.

Основное содержание работы по разделам.

Во введении обоснована актуальность и дана оценка степени разработанности темы исследования, определена цель и задачи исследования, научная новизна и практическая ценность работы, указаны применяемые методы исследований, формулируются основные положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена анализу наиболее распространенных процессов формообразования листовых и профильных заготовок в производстве деталей летательных аппаратов, перечислены их особенности и технологические возможности производственного оборудования.

Дан конструктивно-технологический анализ изделий, получаемых методами изгиба с растяжением. Проведён анализ методов расчета напряженно-деформированного состояния этих процессов и для повышения точности расчета напряженно-деформированного состояния было предложено использовать модель поведения материала с учётом влияния эффекта Баушингера.

Автором работы осуществлен достаточно подробный анализ существующих технологий и технологических процессов изготовления листовых и профильных деталей летательных аппаратов на обтяжных прессах методом изгиба с растяжением, а также детальный анализ

теоретических методов расчета напряженно-деформированного состояния при реверсивном нагружении за пределами упругости.

На основании выполненного анализа проведено обобщение существующего опыта расчётов процессов формообразования деталей летательных аппаратов методами изгиба с растяжением и последующим удалением части материала, а также обоснован вывод о необходимости проведения дополнительных исследований и разработок в этом направлении.

Во второй главе диссертации дано описание общей методики расчета напряжённо-деформированного состояния при изгибе с растяжением на обтяжных прессах листовых и профильных заготовок. Подробно изложена методика определения напряжённо-деформированного состояния для различных случаев нагружения, таких как: предварительное растяжение – изгиб; изгиб – калибрующее растяжение; предварительное растяжение – изгиб – калибрующее растяжение.

Особое внимание уделено определению остаточных напряжений и остаточной кривизны детали после проведения процесса изгиба с растяжением и после удаления части материала.

Важной стороной этой главы является учёт влияния эффекта Баушингера при реверсивном нагружении за пределами упругости, что позволяет повысить точность определения напряжённо-деформированного состояния.

Третья глава посвящена разработке методики расчёта технологических параметров процесса формообразования деталей на обтяжном прессе с ЧПУ с учётом принятой схемы нагружения. Описаны алгоритмы преобразования исходной информации в виде электронных моделей детали и обтяжного пуансона в управляющие параметры пресса с учётом его кинематики для создания управляющих программ.

Практическое достоинство третьей главы заключается в том, что в этой главе представлена очень подробная, пошаговая методика расчета управляющих параметров обтяжного пресса с ЧПУ, иллюстрированная большим количеством блок-схем и рисунков, поясняющих все этапы проведения технологического процесса.

В четвёртой главе проведены расчётно-экспериментальные исследования полученных теоретических положений и методик, а также сопоставление полученных теоретических расчётов с экспериментальными данными.

Результаты расчётов представлены в виде графиков, определяющих изменения кривизны (пружинение) после процесса формообразования заготовки и после удаления части материала.

Для проверки точности и адекватности предложенных методик было проведено сопоставление результатов, полученных конечно-элементным моделированием процесса формообразования деталей, с расчётными, полученными по предлагаемым в диссертации методикам.

Сильной стороной диссертации является то, что в процессе расчётно-экспериментальных исследований проведена оценка влияния эффекта Баушингера на пружинение образцов для различных схем деформирования и определены границы значений относительных толщин заготовок, для которых влияние эффекта Баушингера можно не учитывать.

Четвёртая глава, на мой взгляд, является наиболее удачным достижением автора диссертации, что подтверждает его высокую квалификацию, наряду с научной новизной и практической ценностью самой работы.

Следует особо отметить, что результаты диссертационной работы прошли практическую апробацию на Филиале ПАО «Компания «Сухой» «Комсомольский-на-Амуре авиационный завод им. Ю.А. Гагарина».

В качестве **замечаний** по представленной диссертации можно отметить следующее:

1. В целях работы указана применимость разработанных методик для листовых и профильных деталей, реально же в диссертации приведены результаты только для листовых заготовок. Применимы ли разработанные методики для профилей?

2. В третьей главе представлена разработка математической модели процесса формообразования заготовки на обтяжном прессе Т-600 с учетом технологических параметров. Могут ли данные алгоритмы применяться для других типов прессов?

3. Для полноты анализа полученных результатов не хватает экспериментальных данных по влиянию удаления части материала на искажение формы детали после процесса формообразования на обтяжном прессе.

4. В четвёртой главе, при представлении результатов численно-аналитических исследований процесса формообразования деталей (рисунки 4.1 – 4.7), условия проведения расчётов представлены номерами из таблицы 7.1 приложения 7, что не совсем удобно, так как необходимо постоянно обращаться к таблице 7.1.

5. По работе в целом можно отметить ряд опечаток и редакционных неточностей в обозначениях. Так, например: на стр.50 в рисунке 2.17 не обозначено, что определяет величина $2E\epsilon_p$; дважды повторяется номер рисунка 4.1 (стр. 90 и стр. 91); в некоторых рисунках отсутствуют пояснения, необходимые для полного понимания содержания – рисунки 4.9, 4.11, 4.16 и др.

Однако указанные выше замечания не снижают научной и практической ценности диссертации.

Работа написана грамотно и логично, стиль изложения – доказательный. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Заключение. Диссертация «Исследование процессов формообразования деталей летательных аппаратов методами изгиба с растяжением и последующим удалением части материала» представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, выполненную на актуальную тему, направленную на исследование влияния последовательности применения операций изгиба и растяжения на напряженно-деформированное состояние деталей летательных аппаратов при формообразовании на обтяжных прессах с учётом эффекта Баушингера при реверсивном нагружении за пределами упругости и последующем удалении части материала.

Работа соответствует требованиям и критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённом постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. от 28.08.2017), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Погарцева Мария Михайловна, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Подтверждаю своё согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Погарцевой Марии Михайловны и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология производства летательных аппаратов» ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

<

— Чумадин Анатолий Семёнович

Адрес организации: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, Московский авиационный институт.

Телефон: +7 499 158-43-33.

Электронная почта: mai@mai.ru

Подпись профессора Чумадина А.С. удостоверяю

