

ОТЗЫВ

официального оппонента Моисеева Виктора Кузьмича на диссертационную работу Мироненко Владимира Витальевича «Исследование процессов формообразования эластичной средой элемента типа "подсечка" на листовых заготовках подвижными элементами оснастки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»

Актуальность темы диссертации

Конструктивные элементы листовых деталей летательных аппаратов в большом количестве содержат подсечки. При их выполнении зачастую появляются дефекты типа недоштамповки и гофрообразования. Устраняются данные дефекты с помощью доводки, главным образом вручную, что ухудшает качество поверхности детали. Ручные работы по устранению дефектов составляют в общей трудоемкости штамповки более 50%. В связи с этим работа Мироненко Владимира Витальевича, посвященная созданию нового способа формирования подсечек при штамповке деталей летательных аппаратов эластичной средой, позволяющего обеспечить бездефектное формообразование данных конструктивных элементов, представляется весьма своевременной и актуальной.

Оценка новизны

Научная новизна полученных результатов состоит в следующем:

- разработан новый способ формообразования подсечек эластичной средой, обеспечивающий бездефектное формообразование листовых деталей;
- разработана математическая модель для расчета основных параметров формообразования подсечек;
- получены уравнения, описывающие конфигурацию контактной поверхности подвижного прижима для разных типоразмеров подсечек;
- разработана математическая модель для расчета необходимой площади контактной поверхности подвижного прижима, исходя из параметров подсечки и характеристик оборудования для формообразования.

Основные результаты исследования докладывались на научных конференциях и конкурсах различного уровня и опубликованы в 19 печатных работах, из них 6 публикаций из Перечня ВАК. 7 публикаций входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования и в соответствии с пунктом 5 правил формирования перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, утвержденных приказом Минобрнауки России от 12 декабря 2016 г. № 1586, считаются включенными в Перечень ВАК (по состоянию на 30 марта 2020 г.). 6 работ опубликовано в прочих изданиях.

Новые результаты получены одновременно в двух областях исследований, сформулированных в паспорте специальности 05.07.02 «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов»:

- в области «Технологическая подготовка производства объектов авиационной и ракетно-космической техники, включая другие методы и средства разработки и осуществления технологических процессов производства»;
- в области «Технологические процессы, специальное оборудование для изготовления деталей летательных аппаратов, включая технологию: изготовления деталей обработкой давлением (ковка, штамповка и др.)».

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность

Все утверждения аргументированы и подтверждены ссылками на источники. Для подтверждения результатов и выводов данного исследования диссертант проводит сравнение и сопоставление с экспериментальными (натурными и виртуальными) данными, получая минимальные расхождения.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы связана с тем, что:

- 1) разработано уравнение приводящей поверхности подвижного прижима для правой и левой части номограммы отраслевого стандарта;

2) разработана математическая модель для расчета утонения в зоне подсечек исходя из допущений модели Брахмагупты и правила Саррюса;

3) разработана математическая модель для расчета полной деформации формообразования для правой и левой части номограммы;

4) разработана математическая модель для расчета потребной площади приводящей поверхности подвижного прижима. исходя из параметров подсечки и характеристик оборудования для формообразования;

5) для правой части номограммы разработана математическая модель для определения потребного давления на первом переходе;

6) разработана методика определения угла наклона в начале профиля опорной кривой с использованием анализа экстремумов и дифференцирования функции профиля опорной кривой.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что:

1) создан новый способ бездефектного производства деталей с подсечками, реализуемость и применимость которого доказана натурными экспериментами;

2) разработанный способ обеспечивает устранение дефектов типа «недоштамповка» и «гофрообразование», появляющихся на листовых деталях в зоне подсечек, а также расширение диапазона допустимых типоразмеров подсечек (как минимум на 65% относительно данных нормативной документации ОСТ 1.52468-80), а также сокращение трудоемкости изготовления деталей с подсечками (как минимум на 50% относительно схемы формообразования без подвижного прижима) при обеспечении требуемого качества поверхности и достижения заданной точности;

3) доказана возможность формообразования деталей сложной формы с подсечками из труднодеформируемых сплавов без нагрева.

Структура работы и основные научные результаты

Данная работа имеет следующую структуру: введение, четыре главы, заключение, список литературы. Полный объем научно-квалификационной работы (диссертации) составляет 201 страницу,

содержит 11 таблиц, 166 рисунков, 100 наименований списка ссылочной литературы.

Во введении сформулирована актуальность проведенных научных исследований, также проанализировано современное состояние проблемы, выдвинутой автором, видение решения проблемы.

В первой главе приведён обзор работ по определению технологических характеристик процесса формообразования эластичной средой, представлен анализ содержания документов, регламентирующих параметры процесса формообразования подсечек и геометрические характеристики этих элементов листовых деталей. Описано, что формообразование подсечек с рекомендованными геометрическими характеристиками эластичной средой не может гарантировать их бездефектное формирование на листовой детали. Максимально возможное давление, развиваемое существующим оборудованием, не позволяет получить подсечки с требуемыми параметрами качества и точности.

Во второй главе описан новый способ формообразования подсечек эластичной средой. Подвижный элемент формблока, приводимый в действие эластичной средой, воздействует на зону дефекта и создает в этой зоне напряженно-деформированное состояние, близкое к всестороннему сжатию. Также описана математическая модель, которая позволяет определить основные параметры формообразования (полную деформацию, напряжения формообразования, толщину детали в зоне подсечки, утонение). Получено уравнение, описывающее конфигурацию контактной поверхности подвижного прижима для разных типоразмеров подсечек. Для двух типовых деталей вычислены основные параметры формообразования и конфигурации подвижного прижима.

В третьей главе приведено описание результатов верификации предложенной математической модели. Для этого выполнен вычислительный эксперимент с моделированием процесса формообразования в программном комплексе PAM-STAMP 2G, который в своей основе использует метод конечных элементов. Верификация проводилась на тех же двух деталях. Сравнение показало, что значения (напряжения, деформации общие, минимальная толщина, длина гофры), вычисленные с помощью разработанной модели и методом конечных элементов расходятся не более чем на 1,8%.

В четвертой главе описаны натурные эксперименты по формообразованию подсечек на двух деталях предложенным новым способом. Для этого была изготовлена экспериментальная оснастка и модернизирован блок для эластоформования. Деформирующее усилие создавалось прессом ИП1250. Методами фотограмметрии были

определены геометрические характеристики отформованных деталей. Расхождения результатов натуральных экспериментов с результатами, полученными с помощью разработанной математической модели, и результатами, полученными моделированием процесса формообразования в программном комплексе PAM-STAMP 2G, составили не более 2%. Также был проведен натуральный эксперимент по штамповке детали с подсечками из титанового сплава, который показал, что, используя новый способ формообразования с подвижным прижимом, конфигурация которого рассчитана с помощью предложенной математической модели, можно отформовать такую деталь без нагрева.

Список вопросов и замечаний по диссертации и автореферату

При рассмотрении представленных в диссертации и автореферате материалов возникли следующие замечания:

1. Актуальность для летательных аппаратов не прописана ни в начале, ни в выводах, то есть соответствие специальности в работе прослеживается не совсем очевидно.

2. Диссертация посвящена штамповке не эластичной средой, а жёстким инструментом с силовым приводом от эластичной среды, что несколько противоречит названию работы.

3. При расчётах усилий на подвижный прижим давление эластомера принимается равномерно распределённым по закону Паскаля для жидкостей, однако об этом допущении умалчивается.

4. Подвижный прижим при штамповке перемещается в направляющих, однако влияние трения, сопутствующего перемещениям, не учитывается.

5. В работе присутствует избыточная информация о сущности конечно-элементного моделирования, о применяемом для изготовления оснастки фрезерном оборудовании и процессе изготовления оснастки.

Указанные вопросы и замечания не снижают общее положительное впечатление о диссертационной работе.

Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки и замечания, представленная диссертация Мироненко Владимира Витальевича «Исследование процессов формообразования эластичной средой

элемента типа "подсечка" на листовых заготовках подвижными элементами оснастки» выполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу.

Результаты работы использованы при выполнении работ:

1. по теме "Автоматизация и повышение эффективности процессов изготовления и подготовки производства изделий авиатехники нового поколения на базе Научно-производственной корпорации «Иркут» с научным сопровождением Иркутского государственного технического университета" № ИрГТУ 218-3.13.1.017 2013 г.- 2015 г., реализованной в рамках постановления 218 Правительства РФ от 09.04.2010 г.;

2. НИОКР "Разработка методики проектирования рабочей поверхности средств технологического оснащения (СТО) для процесса гидроэластичной формовки на прессе «Avure». Разработка технологической документации на изготовление деталей методом гидроэластичной формовки", 25.01.2017 по 25.01.2018; по заказу ИАЗ – филиала ПАО «Корпорация «ИРКУТ».

На способ формообразования с подвижным прижимом получен патент РФ №2684130 «Способ формообразования эластичной средой листовых деталей с элементами типа подсечка» (дата государственной регистрации в государственном реестре изобретений 4 апреля 2019 г.).

Публикации и автореферат полностью отражают основное содержание диссертации и соответствуют ему. Диссертация соответствует паспорту специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Исследование процессов формообразования эластичной средой элемента типа "подсечка" на листовых заготовках подвижными элементами оснастки» удовлетворяет критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018).

Считаю, что Мироненко Владимир Витальевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 - «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

Согласен на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя учёной степени кандидата технических наук Мироненко Владимира Витальевича и последующую их обработку.

профессор кафедры производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет)

доктор технических наук по специальности

05.03.05 - Технологии и машины обработки давлением

Подпись оппонента

Моисеев Виктор Кузьмич

Адрес организации:

443086, Россия, г. Самара,

ул. Московское шоссе, д. 34

Тел.: +7 (846) 335-18-26

Факс: +7 (846) 335-18-36

Телефон: +7 (846) 267-43-70

Электронная почта: ssau@ssau.ru

Веб-сайт: <https://ssau.ru/>

