

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Самойленко Олега Викторовича на тему: «Обеспечение точности формы маложестких деталей типа пластин с подкреплением, упрочняемых дробью, с превентивным деформированием», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. «Технология машиностроения»

1. Общие сведения о диссертации

Диссертационная работа Самойленко О.В. «Обеспечение точности формы маложестких деталей типа пластин с подкреплением, упрочняемых дробью, с превентивным деформированием» по поставленным целям, задачам исследований и содержанию полностью соответствует паспорту научной специальности 2.5.6 – «Технология машиностроения», т.к., в соответствии с паспортом научной специальности, одним из ее предметов является: «Изучение связей (механических, физических, размерных, временных, информационных, экономических и организационных) осуществляется с целью совершенствования существующих и создания новых технологических процессов и методов обработки и сборки изделий машиностроения требуемого качества с минимальными затратами труда, материальных и энергетических ресурсов», а области исследований по пунктам: 3- «Математическое моделирование технологических процессов и методов изготовления деталей и сборки изделий машиностроения»; 4 – «Совершенствование существующих и разработка новых методов обработки и сборки с целью повышения качества изделий машиностроения и снижения себестоимости их выпуска»; 7 – «Технологическое обеспечение и повышение качества поверхностного слоя, точности и долговечности деталей машин».

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 110 наименований и 4-х приложений. Объем диссертации составляет 205 страниц, включая 95 рисунков и 14 таблиц.

По материалам диссертационной работы соискателем опубликовано 7, в том числе, 5 статей в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 1 статья в издании, индексируемом в базе «Scopus».

Диссертация прошла достаточно широкую апробацию на международных научно-технических конференциях, тематика которых совпадает с основными направлениями исследований, представленных соискателем в работе.

Личный вклад соискателя в решение поставленных задач бесспорный и состоит в том, что им установлены основные закономерности процесса обработки деталей типа пластин с подкреплением в технологическом сочетании «Превентивное деформирование – дробеструйное упрочнение»; разработан способ минимизации коробления деталей, подвергаемых дробеструйному упрочнению, заключающийся в превентивном деформировании путём раскатки

роликами конструктивных элементов деталей; разработана и экспериментально подтверждена методика определения технологических параметров процесса превентивного деформирования типовых подкреплённых деталей на основе их расчетного формоизменения в процессе упрочнения.

Применение разработанного способа обеспечивает повышение точности формы деталей типа пластин с подкреплением и, как следствие, снижение монтажных напряжений при дальнейшей сборке узлов и агрегатов.

Из анализа опубликованных автором работ следует, что основная часть представленных в диссертации исследований выполнена им лично.

Значительная часть исследований выполнялась в рамках работ, выполненных по договору №8/16 от 18.01.2016 г. на проведение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ между ИРНТУ и ПАО «Корпорация «Иркут» на тему «Разработка комбинированной технологии «Превентивное деформирование – дробебетное упрочнение» деталей типа подкрепленных ободов и стенок».

2. Актуальность темы диссертационного исследования определяется высокими требованиями к качеству наиболее сложных, ответственных и дорогостоящих деталей каркаса типа мало жестких пластин с подкреплением, применяемых в авиастроении, судостроении, ракетостроении и других отраслях промышленности. При изготовлении данных деталей необходимо обеспечить весьма жесткие показатели точности пространственной формы и ресурса. Одновременное достижение данных показателей представляет значительную трудность в связи с тем, что для повышения усталостной долговечности деталей в нормативном порядке применяется дробеударное упрочнение, имеющее побочный эффект в виде искажения пространственной формы (коробления) деталей. Правка упрочненных деталей методами упругопластического деформирования недопустима, т.к. это может привести к потере упрочняющего эффекта. Разработка эффективных технологических решений по минимизации коробления в результате дробеударного упрочнения обеспечит возможность достижения заданных ресурсных параметров деталей.

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

Соискатель поставил в диссертационной работе в качестве основной цели повышение эффективности производства и качества мало жестких деталей типа пластин с подкреплением на основе прогнозирования отклонений формы деталей при дробеударном упрочнении и их минимизации путём превентивного деформирования, которая определила задачи исследований.

Результаты выполненных исследований прошли широкую экспериментальную проверку.

Обоснованность выдвинутых автором диссертации научных положений, а также сформулированных выводов и рекомендаций состоит в том, что исследования в диссертационной работе базировались на классических положениях

технологии машиностроения, а также на использовании стандартных измерительных инструментов и аппаратуры. Теоретические исследования выполнены с применением методов математического анализа, теории упругости и пластичности. Для математического моделирования была использована многоцелевая программа конечно-элементного анализа LS-Dyna, генерация моделей осуществлялась в среде MATLAB. Данные, полученные при моделировании, обрабатывались в программе Microsoft Excel. Исследование поверхности после обработки дробью осуществлялось при помощи оптического профилометра Bruker Contour GT-K1. Для определения фракционного состава дробы был использован стенд машинного зрения NI SMART CAMERA 1764. Исследование остаточных напряжений производилось по методике, разработанной ИРННТУ, на установке для измерения остаточных напряжений УДИОН-2.

Научная новизна выдвинутых в диссертационной работе положений, выводов и рекомендаций не вызывает сомнения, так как в ней соискателем впервые решена актуальная техническая задача повышения эффективности производства и качества мало жестких деталей типа пластин с подкреплением на основе прогнозирования отклонений формы деталей при дробеударном упрочнении и их минимизации путём превентивного деформирования.

Новыми научными результатами работы являются следующие:

1. Впервые предложена методика определения внутренних силовых факторов процесса дробеударного упрочнения в виде растягивающих сил, действующих на конструктивные элементы обрабатываемых деталей типа пластин с подкреплением, и координат точек их приложения конечно-элементным моделированием с учетом структуры зоны обработки применяемого оборудования и фракционного состава дробы (п. 7 паспорта специальности 2.5.6).
2. Разработана конечно-элементная модель процесса дробеударного упрочнения типовой детали типа пластины с подкрепляющими рёбрами путём нагружения расчетными силами, соответствующими режимам технологической операции и дробеударного упрочнения, с целью определения формоизменения обработанной детали (п. 7 паспорта специальности 2.5.6).
3. Предложен новый технологический способ обеспечения минимальной величины искажения пространственной формы деталей в результате их дробеударного упрочнения, заключающийся в превентивном деформировании деталей раскаткой роликами их конструктивных элементов; разработана методика определения рациональных технологических параметров процесса превентивного деформирования типовых деталей (п. 2 паспорта специальности 2.5.6).
4. Разработана и практически реализована методика экспериментального исследования влияния режимов и условий обработки деталей типа пластин с подкрепляющими рёбрами превентивным деформированием раскаткой рёбер роликами с последующей дробеударной обработкой на усталостную долговечность материала деталей (п. 7 паспорта специальности 2.5.6).

4. Оценка содержания диссертации, её завершённость

Содержание диссертации охватывает все основные вопросы поставленных в ней задач и определивших научную новизну работы; в ней представлены:

При этом получены следующие научные выводы и практические результаты:

1. Изучены закономерности процесса дробеударного упрочнения деталей, состоящих из типовых конструктивных элементов «Полотно», «Карман» и «Рёбро» для которых экспериментально определены: внутренние силовые факторы в виде удельных растягивающих сил, координат точек приложения данных сил (расстояния от поверхности); эпюры остаточных напряжений в поверхностных слоях; параметры микрорельефа поверхностей в виде распределений диаметров отпечатков дроби.
2. Разработана высокопроизводительная методика автоматизированного определения рационального фракционного состава дроби, применяемой при упрочнении деталей, в виде количественного соотношения дробинok данных диаметров.
3. Разработана и апробирована методика конечно-элементного моделирования процесса дробеударного упрочнения с учетом фракционного состава дроби и распределения скоростей в потоке дроби, позволяющая по расчетным эпюрам остаточных напряжений определять внутренние силовые факторы действующие на конструктивные элементы деталей в процессе обработки. Адекватность методики подтверждена экспериментом.
4. Разработана и обоснована методика моделирования процесса упрочняющей обработки деталей типа пластин с подкреплением путём нагружения конструктивных элементов деталей расчетными внутренними силами, определёнными с учетом особенностей обработки на конкретном оборудовании. С применением разработанной методики выполнено моделирование процесса упрочнения конструктивно подобного образца детали «Стенка» на дробемётной установке УДП-2-2,5.
5. Предложена методика расчета режимов и условий превентивного деформирования деталей типа пластин с подкреплением раскаткой рёбер роликами на основе определённых в результате моделирования параметров формоизменения в результате упрочнения дробью. Выполнен расчет и произведена отработка технологического сочетания «Превентивное деформирование – дробеударное упрочнение» на детали «Стенка».
6. Исследованы технологические возможности процесса правки упрочнённых деталей дробеструйным методом. Показана возможность повышения точности формы упрочняемых деталей типа «Стенка» с достижением отклонений от плоскостности в пределах 0,4 мм при выполнении последовательности операций «превентивное деформирование раскаткой рёбер роликами – дробеударное упрочнение - доводка формы дробеструйным методом».

7. Разработаны технологические рекомендации по реализации технологического сочетания «Превентивное деформирование – дробеударное упрочнение» с использованием автоматизированного оборудования.

8. Разработана и реализована методика экспериментального исследования закономерностей влияния технологических параметров последовательности операций «фрезерование – превентивное деформирование раскаткой рёбер роликами – упрочняющая дробеударная обработка» на усталостную долговечность алюминиевых сплавов 1933Т2 и 1163Т, применяемых при изготовлении деталей типа пластин с подкреплением.

Диссертационная работа соответствует критерию внутреннего единства, так как все её главы объединены единой логической линией достижения цели повышения эффективности производства и качества малоожестких деталей типа пластин с подкреплением на основе прогнозирования отклонений формы деталей при дробеударном упрочнении и их минимизации путём превентивного деформирования.

С поставленными научными задачами диссертант полностью справился, а представленная диссертационная работа соответствует критерию завершённости, так как в ней решена актуальная техническая задача повышения качества малоожестких деталей типа пластин с подкреплением на основе прогнозирования отклонений формы деталей при дробеударном упрочнении и их минимизации, а разработанные соискателем научные положения и рекомендации доведены до стадии промышленного использования. При этом следует отметить структурно-логическую целостность диссертационной работы, полноту и законченность решений по каждой поставленной задаче исследований и аргументированность сделанных автором выводов и сформулированных положений.

5. Значимость для науки и практики полученных автором диссертации результатов

Представленная диссертационная работа имеет научную и практическую значимость. Научная значимость полученных автором диссертации результатов исследований подтверждается тем, что в ней:

На основании полученных результатов в ходе выполнения теоретических и экспериментальных исследований установлены основные закономерности, действующие в процессе обработки деталей типа пластин с подкреплением в технологическом сочетании «превентивное деформирование – дробеударное упрочнение»; разработан способ минимизации коробления деталей, подвергаемых дробеударному упрочнению, заключающийся в превентивном деформировании путём раскатки роликами конструктивных элементов деталей; разработана и экспериментально подтверждена методика определения технологических параметров процесса превентивного деформирования типовых подкреплённых деталей на основе их расчетного формоизменения в процессе упрочнения.

Применение разработанного способа обеспечивает повышение точности формы деталей типа пластин с подкреплением, подвергаемых дробеударному упрочнению, и, как следствие, снижение монтажных напряжений при дальнейшей сборке узлов и агрегатов.

6. Недостатки и замечания по диссертации

1. Нет методической главы и, как следствие, нет обоснования принятой методики. Нет целостной методики, нет ее обоснования. Информация о применяемых методиках носит фрагментарный характер. Диссертант не выделяет текстом, какие применяемые им методики являются авторскими, а какие заимствованы (в частности, аппаратурные методики), а в выводах утверждает, что им разработаны методики.

2. В работе автор не упоминает о присутствии сжимающих напряжений в теле деталей, обработанных дробеструйной обработкой. Они определенно есть и значимо влияют на результаты обработки. Не учитывается ситуация, при которой конструктивный элемент подвергается двусторонней дробеструйной обработке. Это радикально изменяет картину объемной деформации, моделированием которой занимается автор.

3. Присутствуют орфографические ошибки и опечатки.

4. Сходимость результатов моделирования с экспериментальными в 10-15% не получила никаких комментариев: достаточно этого или нет для положительной оценки всего объема работы или ее частей.

5. Результаты, полученные после испытания образцов из 1933Т2 (среднее количество циклов до разрушения образцов при нагружении): объемная информация, желательнее было бы дать ее в форме таблицы стр.116

6. В результате выполнения работы автор сообщает, что ему удалось обеспечить величину деформации деталей в пределах установленного допуска. Фактически это означает, что до проведения этих исследований не удавалось достичь такого результата, т.е. имел место брак. Такая оценка реальной ситуации вызывает сомнения.

7. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней №842 от 24.09.2013 (ред. от 26.10.2023)

Диссертационная работа на тему «Обеспечение точности формы маложестных деталей типа пластин с подкреплением, упрочняемых дробью, с превентивным деформированием» представляет собой научно – квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, а также изложены научно обоснованные технологические и технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие машиностроения страны, создание конкурентоспособной продукции и решение актуальной технической задачи повышения эффективности производства и качества маложестных деталей типа пластин с подкреплением

В ней впервые разработана высокопроизводительная методика автоматизированного определения рационального фракционного состава дробы, применяемой при упрочнении деталей, в виде количественного соотношения дробин данных диаметров с применением технологии технического зрения; разработана и апробирована методика конечно-элементного моделирования процесса дробеударного упрочнения с учетом фракционного состава и распределения скоростей в потоке дробы, позволяющая по расчетным эпюрам остаточных напряжений определять внутренние силовые факторы, действующие на конструктивные элементы деталей в процессе обработки; разработана методика моделирования процесса упрочняющей обработки деталей типа пластин с подкреплением путём нагружения конструктивных элементов деталей расчетными внутренними силами, определёнными с учетом особенностей обработки на конкретном оборудовании; предложена методика расчета режимов и условий превентивного деформирования деталей типа пластин с подкреплением раскаткой рёбер роликами на основе определённых в результате моделирования параметров формоизменения в результате упрочнения дробью; исследованы технологические возможности процесса правки упрочнённых деталей дробеструйным методом. Показана возможность значительного повышения точности формы упрочняемых деталей при выполнении последовательности операций «превентивное деформирование раскаткой рёбер роликами - дробеударное упрочнение - доводка формы дробеструйным методом»; разработаны технологические рекомендации по реализации технологического сочетания «Превентивное деформирование – дробеударное упрочнение» с использованием автоматизированного оборудования; разработана и реализована методика экспериментального исследования, которая позволила установить основные закономерности влияния технологических параметров последовательности операций «фрезерование – превентивное деформирование раскаткой рёбер роликами – упрочняющая дробеударная обработка» на усталостную долговечность алюминиевых сплавов, применяемых при изготовлении деталей типа пластин с подкреплением.

Тема диссертации актуальна, а результаты выполненных исследований обладают научной новизной и практической значимостью. Представленные в диссертационной работе результаты научных исследований перспективны для практического использования в машиностроительной отрасли и уже использованы при производстве самолета МС-21 на Иркутском авиационном заводе – филиале ПАО «Корпорация «Иркут».

Материал диссертации изложен достаточно чётко, рационально структурирован, имеет логическую последовательность, написан понятным и грамотным языком с использованием принятой в машиностроении и математике терминологии, оформлен в соответствии с существующими требованиями стандартов и в достаточной степени иллюстрирован. Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в опубликованных научных работах, в том числе в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Анализ содержания автореферата диссертационной работы свидетельствует о том, что он полностью отражает содержание выполненной диссер-

тационной работы и соответствует требованиям ВАК Министерства науки и высшего образования РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Отмеченные недостатки и замечания по диссертационной работе не являются принципиальными и в большинстве своём носят рекомендательный характер. Многие из них обусловлены широтой поставленных автором диссертации целей и задач исследований.

Считаю, что диссертационная работа на тему «Обеспечение точности формы маложестких деталей типа пластин с подкреплением, упрочняемых дробью, с превентивным деформированием» по своему содержанию, объёму, актуальности и практической значимости полностью отвечает требованиям пп.9-11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 (ред. от 26.10.2023), предъявляемым к кандидатским диссертациям и определённым, а её автор – Самойленко Олег Викторович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6. «Технология машиностроения».

Официальный оппонент, кандидат
технических наук, доцент,
доцент кафедры «Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный
технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
тел.+7-961-645-18-44;
e-mail: olgareshetnikoval@yandex.ru

Решетникова
Ольга Павловна

«06» декабря 2023 г.

Подпись кандидата
технических наук,
доцента, доцента кафедры
«Технология машиностроения»
ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный
технический университет
имени Гагарина Ю.А.»
Решетниковой Ольги Павловны заверяю



Ученый секретарь
Ученого совета
Потапова А.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Адрес организации: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77
Тел.: +7 (8452) 99-88-11, +7 (8452) 99-88-22, +7 (8452) 99-88-10 (факс)
E-mail: rectorat@sstu.ru