

## **ОТЗЫВ**

### **официального оппонента**

**доктора технических наук, доцента Афонина Андрея Николаевича**  
на диссертационную работу Яшина Александра Васильевича на тему  
«Технологическое обеспечение качества каркасных деталей из алюминиево-  
магниевых сплавов многоконтактным волновым деформационным  
упрочнением», представленную на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения»

#### **1. Актуальность темы диссертационного исследования.**

Детали из алюминиево-магниевых сплавов находят широкое применение в авиационной промышленности, оборонно-промышленном комплексе и т.д. Данные детали часто работают в условиях высоких знакопеременных нагрузок, что может повлечь за собой их полное или частичное разрушение и привести к возникновению аварийной ситуации. В связи с этим, вопросы, посвященные повышению долговечности подобных изделий, стоят особенно остро из-за необходимости обеспечивать требования по безопасности в процессе эксплуатации специальной техники.

Одним из наиболее эффективных методов повышения долговечности деталей машин является поверхностное пластическое деформирование (ППД), которое позволяет в значительной степени повысить вероятность безотказной работы узлов, увеличить срок их службы, а также обеспечить надежность изделия в целом.

Таким образом, диссертационная работа посвящена решению актуальной технологической задачи современного машиностроения, связанной с развитием упрочняющих методов с целью повышения сопротивления усталости и обеспечения параметров качества поверхностного слоя деталей специальной техники.

## **2. Научная новизна исследований.**

В результате выполнения диссертационной работы автором получены следующие новые научные результаты:

Впервые для процесса волнового деформационного упрочнения (ВДУ) определен конструктивно-технологический параметр  $S_{отн}$  – соотношение суммы площадей поперечного сечения инструментов и площади поперечного сечения волновода. Варьирование данного параметра в диапазоне от 0,2 до 0,8 оказывает существенное влияние на коэффициент передачи энергии ударного импульса, а также обеспечивает возможность управления давлением в пятне контакта деформирующего инструмента и упрочняемой поверхности при многоконтактной схеме нагружения.

Установлены взаимосвязи между такими конструктивными и конструктивно-технологическими параметрами многоконтактного ВДУ, как количество, форма и расположение инструментов в системе нагружения, и параметрами ударной системы (форма, амплитуда и коэффициент передачи энергии ударного импульса) и показателями качества поверхностного слоя (глубина и степень упрочнения).

## **3. Степень обоснованности и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.**

В качестве основной цели исследований автор диссертационной работы ставит повышение сопротивления усталости и параметров качества поверхностного слоя каркасных плоских сложнопрофильных деталей специальной техники (КПСД) из алюминиево-магниевых сплавов. Проблематика исследования обозначается анализом статистических данных об отказе КПСД в процессе эксплуатационных испытаний.

На основании анализа литературных источников выявлен наиболее эффективный технологический метод повышения сопротивления усталости и повышения качества поверхностного слоя – ППД, в частности метод многоконтактного ВДУ.

Достоверность результатов выполненных исследований подтверждается применением автором стандартизованных методик проведения исследований и обработки экспериментальных данных с построением регрессионных зависимостей, применением контрольно-измерительного оборудования высокой точности, корректным сопоставлением теоретических и экспериментальных результатов.

Обоснованность выводов и результатов диссертации определяется тем, что они базируются на фундаментальных положениях технологии машиностроения, сопротивления материалов, физики твердого тела и не противоречат им. Принятые в исследованиях граничные условия корректны и не превышают допустимых. О достоверности и обоснованности разработанных автором рекомендаций свидетельствуют положительные результаты апробации и внедрения предложенной методики упрочнения и конструкции упрочняющего инструмента в промышленных условиях.

#### **4. Научная и практическая ценность диссертационной работы.**

Содержание диссертации в полной степени отражено в научных публикациях: издано 14 работ, 3 из них опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК, 5 публикаций в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus. Основные результаты исследований прошли широкую апробацию на конференциях всероссийского и международного уровня.

Представленная диссертационная работа имеет научную и практическую значимость. Научная ценность заключается в разработанных теоретических конечно-элементных моделях, которые: учитывают требуемые конструктивно-технологические параметры многоконтактного ВДУ; позволяют устанавливать зависимости параметров качества поверхностного слоя от режимов обработки; применяются для назначения технологических рекомендаций по обработке КПСД из алюминиево-магниевого сплава в зависимости от их условий эксплуатации.

Практическая ценность заключается в разработке конструкции универсальной инструментальной оснастки для реализации процесса упрочнения, а также создании конструкции экспериментального стенда для исследования энергии и формы ударных импульсов при многоконтактном нагружении очага деформации, который позволяет установить рациональные параметры ударной системы, обеспечивающие наибольший коэффициент передачи энергии ударного импульса. Значимость полученных результатов подтверждается актами внедрения на промышленных предприятиях.

## **5. Оценка содержания и соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям.**

Содержание диссертации охватывает все основные вопросы, связанные с решением поставленных автором задач, определяющих научную новизну.

Диссертационная работа Яшина Александра Васильевича является завершенным научным исследованием и состоит из введения, четырех глав, основных результатов и выводов, списка использованных источников и двух приложений. Общий объем диссертационной работы составляет 159 страниц, содержит 16 таблиц и 85 рисунков. Автореферат диссертации достоверно отражает содержание диссертации.

Во введении обосновывается актуальность изучаемого вопроса, определяются цели и задачи исследования, сформулированы научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проведен анализ технологических методов повышения параметров качества каркасных плоских деталей из алюминиево-магниевого сплава. В качестве приоритетного выбран метод многоконтактного ВДУ, так как обеспечивает возможность глубокого упрочнения локальных участков детали.

Вторая глава посвящена разработке теоретической конечно-элементной модели многоконтактного ВДУ в программном комплексе ANSYS/LS-DYNA, а

также исследованию зависимостей многоконтактного нагружения очага деформации на специальном стенде.

В третьей главе проведен анализ созданной теоретической модели, выявлены зависимости параметров качества поверхностного слоя и эффективности системы нагружения от конструктивно-технологических параметров обработки. Проведен комплекс экспериментальных исследований по выявлению возможности повышения как эксплуатационных свойств детали, так и параметров качества поверхностного слоя после многоконтактного ВДУ.

Четвертая глава посвящена разработке технологических рекомендаций по многоконтактному ВДУ в зависимости от условий работы изделия, созданию конструкции многоинструментальной оснастки для упрочняющей обработки, а также промышленной апробации предлагаемого метода.

В заключении представлены основные результаты и выводы работы, а также рекомендации по их применению.

Следует отметить структурно-логическую целостность диссертационной работы, полноту решений поставленных в работе цели и задач, а также обоснованность сделанных автором выводов.

## **6. Замечания и пожелания по диссертационной работе и автореферату.**

Отмечая достоинства диссертационной работы, необходимо в то же время указать следующие замечания:

1. Конечноэлементную модель не стоит относить к научной новизне работы, поскольку ее создание в САЕ-системе представляет собой скорее инженерную, чем научную задачу.

2. В диссертации представлены теоретические и экспериментальные исследования при многоконтактной схеме нагружения, когда все инструменты расположены в ряд. Неясно, проводились ли исследования при других схемах нагружения.

3. Предлагаемый соискателем способ упрочнения очевидно был бы наиболее эффективен при обработке криволинейных поверхностей, однако в работе рассматривались только плоские.

4. Из работы недостаточно ясна методика определения степени упрочнения при моделировании процесса ВДУ с помощью МКЭ.

5. В работе не приведены рекомендации по выбору материала для элементов ударной системы: бойку, волноводу и деформирующему инструменту, используемых для процесса многоконтактного волнового деформационного упрочнения.

6. В работе не рассмотрена проблема стойкости инструмента, которая при трении скольжения между инструментом и заготовкой является весьма актуальной.

Однако отмеченные недостатки и замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

## **7. Заключение о соответствии диссертации автореферата критериям «Положения о порядке присуждения учёных степеней».**

Диссертационная работа «Технологическое обеспечение качества каркасных деталей из алюминиево-магниевых сплавов многоконтактным волновым деформационным упрочнением» выполнена на высоком научно-техническом уровне и является законченной научно-квалификационной работой. В ней изложены научно-обоснованные положения, направленные на решение актуальной задачи машиностроения – обеспечения и повышения долговечности деталей из алюминиево-магниевых сплавов многоконтактным волновым деформационным упрочнением. Результаты работы вносят определенный вклад в развитие ударных методов поверхностного пластического деформирования.

Сформулированные автором положения, выводы и рекомендации обладают научной новизной и нашли свое применение для технологического обеспечения качества при изготовлении каркасных плоских деталей из

алюминиево-магниевых сплавов, а содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в опубликованных научных работах. Автореферат достоверно отражает содержание, основные идеи и выводы диссертационной работы.

Диссертация полностью отвечает требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор – Яшин Александр Васильевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент:

доктор технических наук (специальность  
05.02.07 – Технология и оборудование  
механической и физико-технической  
обработки), доцент, профессор кафедры  
«Информационные и робототехнические  
системы» ФГАОУ ВО «Белгородский  
государственный национальный  
исследовательский университет»

Афонин Андрей Николаевич

Адрес: 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85.

Телефон: +7 (4722) 30-12-11

E-mail: [afonin@bsu.edu.ru](mailto:afonin@bsu.edu.ru)

