

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, профессора

Лебедева Валерия Александровича

на диссертационную работу Федониной Светланы Олеговны на тему
«Повышение качества синтезированных из проволоки деталей волновым
термодеформационным упрочнением», представленную на соискание
ученой степени кандидата технических наук по специальности

05.02.08 – Технология машиностроения

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Одной из основных задач современного производства является повышение качества поверхностного слоя и эксплуатационных характеристик выпускаемой продукции. В отличие от множества способов повышения механических характеристик поверхностного слоя деталей, изготовленных традиционной механической обработкой, выбор наиболее эффективного метода повышения качества синтезированных деталей остается на начальном уровне исследований как отечественных, так и зарубежных ученых. Среди эффективных методов повышения механических свойств можно выделить ударные методы поверхностного пластического деформирования (ППД), но большинство из них не отвечает необходимым требованиям для возможности применения их в процессе синтеза. Наиболее эффективным признан метод волнового деформационного упрочнения (ВДУ). Однако, учитывая особенности синтеза деталей из металлической проволоки (в частности постоянно присутствующей термической составляющей) и особенности обработки ВДУ, возникает вопрос об адаптации ВДУ, применяемого в процессе синтеза и возможности его использования после наплавки каждого слоя металла.

Диссертационная работа Федониной С.О. посвящена разработке технологии волнового термодеформационного упрочнения (ВТДУ), позволяющей расширить технологические возможности упрочняющей

обработки и обеспечивающей требуемые показатели качества синтезируемой из проволоки детали.

Актуальность тематики исследований подтверждается соответствием приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации.

2. Научная новизна исследований

Автором диссертационной работы впервые установлены закономерности технологического наследования особенностей строения и свойств поверхностного слоя синтезируемой 3DMP-методом из высоколегированной проволоки на основе хрома, никеля и молибдена детали, вызванные упрочняющей обработкой с различными стратегиями упрочнения.

В диссертационной работе автором получены новые результаты:

- феноменологическая модель и модель типа «черный ящик» технологического процесса, включающий 3DMP-наплавку, упрочнение волной деформации и механическую обработку;
- созданная МКЭ динамическая модель температурных полей (ДМТП), возникающих при синтезе детали из проволоки 3DMP-методом, позволяющая с удовлетворительной степенью достоверности оценить закономерности нагрева и охлаждения отдельных синтезируемых слоев и детали в целом;
- на основании анализа ДМТП выбраны ключевые технологические режимы ВТДУ (температура упрочняемой поверхности, расстояние между наплавляющим фидстоком и роликом, периодичность упрочнения), что позволило в конечном итоге разработать технологические стратегии ВТДУ, выбираемые в каждом конкретном случае в зависимости от формы и размеров синтезируемой детали.

На основании установленного вида связи между температурой ВТДУ и характерным размером отпечатка упрочняющего индентора на обрабатываемой поверхности, заданы значения интегрального

технологического параметра – коэффициента перекрытия отпечатков, и назначены наиболее благоприятные режимы упрочнения в каждом конкретном случае. Проведена адаптация известных формул ВДУ для определения технологических режимов ВТДУ с учетом особенностей обработки.

3. Достоверность полученных результатов и степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе

Достоверность результатов научных исследований, рекомендаций и выводов обосновывается тем, что работа базируется на фундаментальных научных положениях технологии машиностроения и теплофизики технологических процессов, планирования эксперимента, математического моделирования методом конечных элементов (МКЭ). Теоретические и экспериментальные результаты получены с применением современных программных комплексов, контрольно-измерительной аппаратуры и методов статистической обработки данных. Достоверность результатов подтверждается корректным сопоставлением теоретических и экспериментальных данных, а также непротиворечивостью данным, опубликованным другими авторами.

Практические результаты исследований в полном объеме рассмотрены и обсуждены на международных и всероссийских научных конференциях. Основные научные положения в достаточной степени отражены в 12 публикациях, в том числе 6 в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК и 3 статьи в изданиях, индексируемых в международных базах данных Scopus и Web of Science.

4. Научная и практическая значимость диссертационной работы

Диссертационная работа имеет практическую и научную ценность. Научная ценность предложенных автором рекомендаций заключается в теоретическом обосновании возможности повышения показателей качества поверхностного слоя синтезированных деталей из проволоки хромо-

никелевой и хромо-никель-молибденовой групп послойным волновым термдеформационным упрочнением. Установлены ключевые технологические параметры упрочняющей обработки и их связь с показателями качества поверхностного слоя: микроструктурой, микротвердостью, твердостью, глубиной упрочнения, пределами прочности и текучести. Предложенная автором ДМТП в совокупности с экспериментальными данными подтверждает эффективность применения послойной упрочняющей обработки деталей в процессе синтеза.

Автором диссертации с помощью конечно-элементного анализа температурных полей, возникающих при синтезе детали из проволоки 3DMP-методом предложена методика выявления оптимальных технологических режимов ВТДУ: температурный диапазон упрочняемой поверхности и расстояния между наплавляющим фидстоком и упрочняющим индентором, соответствующие выбранным температурным диапазонам.

Значимость полученных соискателем результатов для практики заключается в разработанных технологических рекомендациях по послойному и периодическому межслойному волновому термдеформационному упрочнению синтезированных 3DMP-методом деталей из легированных сталей и сплавов хромо-никелевых и хромо-никель-молибденовых групп.

5. Оценка содержания и соответствие диссертации и автореферата установленным требованиям

Автореферат достоверно отражает содержание диссертации. Научная работа состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованных источников. Диссертация изложена на 154 страницах, содержит 14 таблиц, 57 рисунков и 12 приложений. В работе представлены следующие материалы исследования:

1. Критический обзор, составленный на основании проведенного анализа научно-технической литературы, посвященной различным технологическим методам повышения качества поверхностного слоя и

возможности их применения в процессе синтеза деталей из проволоки, что позволило автору аргументированно выбрать и научно обосновать в качестве наиболее эффективного ударный метод ВДУ, в том числе выявить необходимость и направления его адаптации в процессе синтеза детали при чередовании операций наплавка-упрочнение-наплавка. Все это определило цель и задачи исследования (глава 1).

2. Описана общая методика исследований повышения параметров качества деталей, синтезируемых из хромо-никелевой и хромо-никель-молибденовой проволоки. Подобрано оборудование для проведения экспериментальных исследований (глава 2).

3. Разработана феноменологическая модель технологии аддитивного синтеза деталей из проволоки и ВТДУ, описывающая закономерности технологического наследования особенностей строения и свойств поверхностного слоя синтезируемой из проволоки 3DMP-методом детали, вызванных послойным и периодическим (через несколько слоев) волновым деформационным упрочнением. Предложены параллельная и последовательная стратегии упрочнения, целесообразность применения которых в каждом конкретном случае определяется формой и размерами синтезируемой детали (глава 3).

4. Разработана тепловая конечно-элементная динамическая модель (КЭМ) формирования температурных полей при синтезе детали из проволоки 3DMP-методом (на примере детали типа «оболочка»). Проведена оценка адекватности разработанной модели. Определен допустимый диапазон энергий ванны расплава. Предложены последовательная и параллельная стратегии ВТДУ, выявлены оптимальные технологические режимы упрочнения для них (глава 4).

5. Исследованы основные закономерности технологического наследования особенностей строения материала и свойств поверхностного слоя (твердость, микротвердость, пределы прочности и текучести), синтезируемой из проволоки 3DMP-методом детали, вызванных послойным

и периодическим (через несколько слоев) волновым деформационным упрочнением, позволившие установить рациональные технологические режимы обработки. Экспериментально определены механические свойства материала, исследованы структурные превращения в наплавленных слоях. Разработаны технологические рекомендации по повышению параметров качества поверхностного слоя ВТДУ синтезированных из проволоки деталей в зависимости от предъявляемых требований к твердости и глубине упрочненного слоя (глава 5).

Разработанная технология послойного волнового термдеформационного упрочнения в процессе синтеза деталей принята к внедрению на ФГУП «НПО «ТЕХНОМАШ им. С.А. Афанасьева».

С поставленными в работе целью и задачами соискатель справился полностью, а представленная работа является завершенной. Следует отметить структурно-логическую целостность работы и аргументированность основных выводов и рекомендаций по работе.

6. Замечания и пожелания по диссертационной работе и автореферату

Отмечая достоинства диссертационной работы, необходимо также указать ее недостатки и сделать замечания:

1. В разделе 1.2 разъясняются устоявшиеся в технологической науке и практике термины и понятия, характеризующие качество поверхностного слоя, чего можно было и не делать. Раздел 1.3 следовало бы озаглавить более конкретно, с отражением существа его содержания, например: «Технологические методы повышения качества поверхностного слоя деталей, синтезируемых 3DMP-методом».

2. В работе не раскрыты конструкторско – технологически предпосылки и принципы, положенные в основу использованного для исследований экспериментального оборудования, его технологические возможности. Это оборудование изготовлено только для научных исследований аддитивных технологий или имеет перспективу использования в производстве?

3. Разработанная конечно-элементная динамическая модель температурных полей базируется на основных положениях термодинамики, поэтому должна называться термодинамической.

4. Следовало бы определиться с физическим смыслом и размерностью параметра «энергетической интенсивности наплавки 3DMP-методом», и не допускать двойного толкования («...1970 Дж или 24,15 Дж/(мм³•с)»).

5. Не указано, какая методика положена в основу аппроксимации экспериментальных графиков.

6. Общепринятым термином является «практическая значимость», а не «практическая ценность» работы.

Однако, отмеченные замечания и недостатки в целом не снижают общую ценность научно-квалификационной работы.

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

Диссертационная работа на тему «Повышение качества синтезированных из проволоки деталей волновым термореформационным упрочнением» представляет собой научно-квалификационную работу, в которой на основании приведенных автором исследований изложены новые научно-обоснованные технические решения и разработки, имеющие определенное значение для развития машиностроительной отрасли.

Тема диссертационной работы является актуальной, а полученные результаты обладают научной и практической значимостью. Представленные разработки перспективны для практического применения на машиностроительных предприятиях.

Материал диссертации изложен достаточно четко, структурирован. Содержание диссертации в полной степени отражено в опубликованных научных работах.

Диссертация полностью отвечает требованиям п.9 и др. п. «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 – Федонина Светлана Олеговна заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук
(специальность 05.02.08 – «Технология
машиностроения»), профессор,
профессор кафедры «Технология
машиностроения» ФГБОУ ВО
«Донской государственный
технический университет»

Лебедев Валерий Александрович

23.03.2021

Адрес: 344092, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1.

Телефон: +7-951-539-51-59

E-mail: ya.lebidev@yandex.ru

Подпись профессора Лебедева Валерия Александровича удостоверяю:

Ученый секретарь

Ученого совета

Анисимов В.Н.