

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Соколова Вячеслава Дмитриевича
«Создание технологии упрочнения свободнодвижущимися инденторами на
базе энергетической оценки качества поверхностного слоя», представленную
на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.5.6 Технология машиностроения.

1. Общая характеристика диссертации

Диссертация выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Донской государственный технический университет» и состоит из титульного листа, введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Структура диссертации логична, соответствует цели и задачам исследования. Основное содержание работы изложено на 131 странице. Общий текст диссертации содержит 51 рисунок, 22 таблицы, 1 приложение. Список литературы включает 152 наименования, в том числе 7 зарубежных источников.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе представлен литературный обзор и анализ современных задач совершенствования технологии обработки деталей динамическими методами ППВ, который показал, что для обоснования режимов упрочнения ДППВ в основном используются эмпирические зависимости, установленные или на основе механического подхода к анализу механизма процесса ДППВ или результатов экспериментальных исследований или полученных при испытаниях образцов, подвергнутых упрочнению методами ППВ.

Многофакторность процесса ДППВ, связанная с одновременным протеканием эффектов пластической деформации, микро и субструктурных изменений, отсутствие научно - обоснованного обобщённого критерия оценки эффекта упрочнения, являются сдерживающим фактором выбора метода ДППВ и как следствие проектирования рациональной технологии его реализации для повышения эксплуатационных свойств деталей.

Используя аналогию между процессами поглощения энергии кристаллической решёткой при механическом нагружении и нагреве, в работах ряда ученых сделана предпосылка о том, что энергия, накапливаемая в поверхностном слое при ППВ оценивается величиной ΔH равной изменению теплосодержания металла при нагреве от заданной температуры T и до температуры плавления T_s . Однако, как показал проведённый автором анализ, эта предпосылка не получила должного экспериментального подтверждения, что и предопределило цель и задачи настоящего диссертационного исследования.

Во второй главе представлены экспериментальный комплекс и исследования процесса накопления энергии в поверхностном слое, результаты проиллюстрированы и описаны. Приведена энергетическая модель ДППВ, описывающая процесс накопления энергии. Обоснована эффективность упрочнения динамическими методами ППВ с позиций энергетического подхода и сформулированы необходимые положения, допущения и ограничения. Получено выражение энергетического баланса модифицированного в процессе ДППВ, локального объёма.

В третьей главе основываясь на разработанной во второй главе энергетической модели предложены методы обоснования наиболее рациональных технологических режимов упрочняющей обработки ППВ и определения физико-механических характеристики качества упрочнённого поверхностного слоя.

Используя многочисленные зависимости между интенсивностью напряжения и твердостью, а также с плотностью накопленной внутренней энергии в локальном микрообъёме автором предложены формулы для

определения физико-механических характеристик качества упрочнённого поверхностного слоя. Такие как, предельно допустимая величина твердости поверхностного слоя, максимально достигаемой в процессе ППВ глубины упрочнённого слоя, величины остаточных сжимающих напряжений в поверхностном слое.

Преобразования энергетической модели, полученной во второй главе, позволили получить формулу для расчета продолжительности обработки методами ДППВ, при которой достигается наибольший эффект упрочнения поверхности детали.

Для подтверждения полученных зависимостей были проведены экспериментальные исследования, которые показали приемлемость установленных расчетных зависимостей для оценки параметров физико-механических характеристик упрочненного поверхностного слоя динамическими методами ППВ.

В четвертой главе были обоснованы энергетические условия разрушения поверхностного слоя в процессе циклического нагружения и предложен метод оценки усталостной долговечности деталей на основе энергетического метода оценки влияния ДППВ на повышение эксплуатационных свойств деталей.

Автор развил аналогию между процессами поглощения энергии кристаллической решёткой при механическом нагружении и при нагреве. При этом принял в качестве критической величины, определяющей энергетическое состояние локального объёма, предопределяющей его разрушение, термодинамическую величину равную сумме энергетического критерия ППВ и температуры плавления. Эта величина была экспериментально доказана в ранее приведённых экспериментальных исследованиях при обосновании энергетического критерия ДППВ.

Подтверждение данной величины проводилось путем сравнения данных из научно-технической литературы, посвященной исследованиям усталостной долговечности деталей и полученных в лабораторных условиях путем

испытания образцов на установке для усталостных испытаний У-20, разработанной в ДГТУ.

Сравнительный анализ представлен графически и в табличном виде.

Установлено, что предложенная расчетная зависимость позволяет с достаточной для практики точностью (в пределах 16%) оценивать эффективность применения упрочнения методами ДППВ для повышения усталостной долговечности.

В пятой главе представлена методика расчета технологических режимов ППВ и параметров качества поверхности, которая решает вопрос достижения наиболее эффективного упрочнения поверхностного слоя по следующим показателям: усталостная прочность, глубина упрочнения, остаточные напряжения, а также позволяет прогнозировать наиболее эффективные методы обработки и производительность процесса, основываясь на энергетическом подходе к оценке качества поверхностного слоя.

Приведен алгоритм для определения наиболее рациональных технологических параметров операции упрочняющей обработки деталей методом ППВ, а также соответствующих ему физико-механических параметров качества поверхности и повышения эксплуатационных свойств.

Результаты диссертационного исследования и разработанная методика проектирования технологического процесса ППВ прошли апробацию на ремонтно-технологическом предприятии.

В заключении в диссертационной работе сформулированы основные результаты теоретических и экспериментальных исследований.

2. Актуальность темы диссертационной работы

Разработка научно-обоснованной методики выбора наиболее рациональных технологических режимов упрочнения динамическими методами ППВ на основе энергетического подхода, с целью повышения эксплуатационных свойств деталей, имеет важное практическое значение и свидетельствует о том, что тема диссертации является актуальной.

Цель работы согласуется с актуальностью проблемы и заключается в разработке методов энергетической оценки параметров качества,

эксплуатационных свойств поверхностного слоя и выработке на этой основе методики проектирования технологии упрочняющей обработки динамическими методами ППВ.

Научная новизна работы заключается:

- в обосновании энергетического критерия упрочнения в процессе ППВ и разрушения в процессе эксплуатации;
- установлении аналитических зависимостей по определению физико-механических параметров качества упрочнённого поверхностного слоя и оценка продолжительности процесса обработки динамическими методами ППВ, а также методов прогнозирования усталостной долговечности деталей в процессе циклического нагружения.

Практическая значимость работы заключается в разработке методики проектирования технологии упрочняющей обработки динамическими методами ППВ, расчёте технологических режимов и параметров качества поверхности.

3. Апробация результатов исследований

Теоретико-практические исследования, моделирование, анализ и выводы на их основе получены автором лично. Содержание диссертации полностью соответствует содержанию опубликованных работ в печати.

По теме диссертации опубликовано 22 научных работы, в том числе 10 статей в издательствах, рекомендованных ВАКом РФ, и 1 статья в системе «Scopus».

Основные положения диссертации докладывались и обсуждались на международных и всероссийских конференциях.

Технологические рекомендации, разработанные на основе результатов исследований, прошли промышленные испытания на предприятии ООО РТЦ «Технология» г. Азов.

Замечания по работе

1. В 1 главе автор приводит критерии эффективности обработки методами ППД, но не раскрывает ограничения по применению.

2. В работе отсутствует обоснование зависимости 2.2, предложенной автором для оценки влияния теплового эффекта на изменение энергетического состояния локального объема.

3. В таблице 2.5 приводятся значения температуры плавления ряда сталей без уточнения их состояния.

4. Представленная в работе зависимость 3.3 для оценки общего времени модификации локального микрообъема в процессе ППД, при которой обеспечивается наибольший эффект упрочнения локального микрообъёма, имеет линейный характер и пропорциональна количеству контактного взаимодействия с поверхностью. Предложенный подход очень упрощенный, так как с каждым ударом изменяются механические свойства поверхности.

5. Предложенные автором энергетические модели ППД и разрушения, целесообразно было дополнить микро и субструктурными изменениями, протекающими в поверхностном слое.

Заключение по диссертационной работе

Следует отметить, что приведенные выше замечания не снижают научный и методический уровень диссертации, так как не затрагивают основные положения и выводы работы.

Диссертационная работа Соколова В.Д. является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям положения ВАК РФ к кандидатским диссертациям. Основные научные положения диссертации представлены в публикациях и докладывались на международных и всероссийских конференциях.

Работа выполнена на высоком научно-теоретическом уровне. Результаты, полученные в работе, являются новыми и достаточными для обоснования полученных выводов.

По актуальности, новизне, научно-практической значимости, степени достоверности результатов исследований и объёму диссертационная работа Соколова Вячеслава Дмитриевича соответствует паспорту научной специальности: 2.5.6 Технология машиностроения (пункты 2,3,7), а также требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» (п.9),

утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 Технология машиностроения.

Официальный оппонент

кандидат технических наук, специальность 05.02.07

«Технология и оборудование механической
и физико-технической обработки»

начальник конструкторского отдела

проектирования средств технологического оснащения

АО «Конструкторское бюро химавтоматики»,



Рязанцев Александр Юрьевич

22.05.2023 г.

Адрес: 394055, г. Воронеж, ул. Ворошилова, 20

АО «Конструкторское бюро химавтоматики»

Конструкторский отдел проектирования средств технологического оснащения

Тел.: +700 42126566

E-mail: ryazantsev86@rambler.ru

Подпись Рязанцева А.Ю. заверяю

Начальник управления по работе
персоналом АО КБХА



В.В. Корнеев

