



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА

ФАКУЛЬТЕТ

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

107005, Москва, 2-я Бауманская ул., д.5 Тел.: (095)261-52-25 Тел./факс: 267-71-30 e-mail: nukmt@mx.bmstu.ru

## ОТЗЫВ

на диссертацию Симонова Дмитрия Сергеевича на тему «Повышение эффективности поверхностного пластического деформирования нежестких валов комбинированными ультразвуковыми технологиями», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки), 2.5.6 – Технология машиностроения (технические науки).

### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Наиболее трудоемкими при изготовлении являются детали, обладающие малой жесткостью, особенно нежесткие валы. В связи с этим обработка таких деталей связана со значительными трудностями. Поэтому, разработка и применение новых технологий или совершенствование уже известных для таких деталей является актуальной задачей. Кроме того, комбинированные технологии и технологические процессы - это перспективное направление для исследования. Комбинированные способы обработки или упрочения позволяют усилить положительные свойства, получить новые эффекты, которые невозможно получить применением методов по отдельности. Таким образом, работы, направленные на повышение эффективности обработки длинномерных цилиндрических деталей из конструкционных сталей путем разработки и применения комбинированных способов обработки ППД с наложением ультразвуковых колебаний и ХТО являются актуальными.

### **Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автор диссертации ставит своей целью повысить эффективность поверхностного пластического деформирования нежестких валов комбинированными ультразвуковыми технологиями и установить влияние комбинированных технологических процессов ППД с ультразвуком и ХТО на параметры качества поверхностного слоя: шероховатость, микротвердость и остаточные напряжения стальных изделий.

Решенные задачи диссертации вытекают из поставленной цели, имеют достаточно четкие формулировки, их решение обеспечивается адекватными методами. Полученные научные результаты и выводы отвечают поставленным задачам.

**В первой главе** проведен анализ работ по вопросу применения ультразвуковых колебательных систем, используемых в технологических процессах, рассматривается современное состояние темы исследования и

анализируется возможность повышения качества обработки методом ППД в комбинации с ультразвуком и ХТО. В работе отмечено, что особую сложность при ультразвуковом ППД представляют удлиненные цилиндрические детали: нежесткие валы, штоки гидроцилиндров, цилиндрические направляющие, оси коромысел, оси и штанги толкателей.

**Во второй главе** показаны принципиальные схемы экспериментальных установок для исследований комбинированных методов упрочнения поверхности стальных изделий, определены основные технологические факторы, повышающие эффективность процессов с использованием ультразвуковой обработки. В работе автор использует современные, высокоточные методики для общих измерений и специальных исследований.

**Третья глава** посвящена исследованию высокоамплитудных УЗКС.

Автор определил, что для повышения эффективности работы УЗО ППД необходимо повысить амплитуду колебаний инструмента и разработал методику повышения амплитуды колебаний рабочего торца инструмента-индентора.

**В четвертой главе** представлены основные результаты экспериментального исследования методов ультразвукового ППД, позволяющих формировать структуру, повышать микротвердость поверхностного слоя, снижать шероховатость, изменять знак и уровень остаточных напряжений, что влияет на усталостную прочность и долговечность деталей.

Симонов Д.С. исследовал влияние режимов обработки инструмента-индентора на качество поверхностного слоя.

Автором были установлены взаимосвязи:

- влияния режимов УЗК ППД на качество поверхностного слоя: твердость, глубину упрочнения;
- импульсного способа передачи энергии ультразвуковых колебаний и величины и знака остаточных напряжений;
- импульсного способа передачи энергии ультразвуковых колебаний и плотности дислокаций в кристаллической решетке поверхностного слоя;
- режимов ультразвуковых колебаний (при одновременном воздействии двух инструментов) и производительности обработки.

**В пятой главе** представлены технологические рекомендации к совмещенным и комбинированным процессам обработки стальных изделий с использованием ультразвуковых колебаний. В работе установлено, что внедрение разработанной технологии комбинированного технологического процесса ППД с применением ультразвука позволяет получить экономический эффект, который складывается из применения недорогих сталей, сокращения количества операций и повышения производительности технологического оборудования.

### **Достоверность и новизна полученных выводов и предложений**

Достоверность результатов диссертационного исследования определяется критическим анализом представительного массива научных публикаций, аналитических и статистических материалов по рассматриваемой тематике (библиография исследования включает 130 наименований), обусловлена применением научно-методологического комплекса управления структурообразованием в инженерии поверхности металлов, использованием современного сертифицированного оборудования, оценкой погрешности проведённых измерений, а также повторяемостью экспериментальных результатов. Теоретические положения и результаты моделирования не противоречат литературным и известным экспериментальным данным.

Диссертационное исследование содержит целый ряд моментов, которые, несомненно, обладают научной новизной. Среди них, в качестве наиболее существенных, можно выделить следующие:

- установлено преимущество импульсного способа передачи энергии ультразвуковых колебаний от инструмента-индентора к упрочняемой детали. Это обеспечивает высокую степень наклепа и уровень остаточных напряжений, а также большую плотность дислокаций и дисперсность блоков, при этом импульсный способ обеспечивается за счет зазора, величина которого удовлетворяет условию  $\xi > \delta \geq 0$  ;
- установлена взаимосвязь между величиной амплитуды смещения рабочей части многополуволновых УЗКС и элементами соединения преобразователя с высокими потерями и инструментом с более низкими потерями, выявлены конструктивные особенности их сопряжения и определены рациональные параметры УЗКС, обеспечивающие высокую амплитуду смещения;
- установлено, что предложенная комбинированная технология обработки ППД, сочетающая ХТО (азотирование) и последующее импульсное ультразвуковое ППД, позволяет повысить поверхностную твердость детали из стали в 1,6 раза, увеличить глубину упрочнения в 2 раза, сгладить перепад показателей твердости на границе азотированного слоя.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций диссертанта**

Практическая значимость заключается в разработке методики повышения амплитуды колебаний рабочего торца инструмента-индентора, основанная на подборе элементов связи между низкодобротным преобразователем и высокодобротным инструментом, и обеспечивающая снижение акустических потерь в сочленениях многополуволновой УЗКС. А так же разработан способ комбинированной обработки ППД с ультразвуком (патент №2794512 от 19 апреля 2023), при котором упрочнение поверхности вращающейся детали при ППД осуществляется с наложением на инструмент-индентор ультразвуковых колебаний.

### Вопросы и замечания

- Что такое модифицированный слой и получен ли он при экспериментальном исследовании (задача 1)?
- В работе проведены экспериментальные исследования со сталями 45, Ст3, 38ХМЮА, 40Х, а в выводах указаны результаты, полученные для стали 45. Другие материалы не имеют положительных результатов?
- Не понятно, в каких случаях проводят замену шлифования на комбинированные способы обработки ППД с УЗК.
- Вывод поз.6 не соответствует целям и задачам работы. С какой целью проводили данные исследования?
- Очень тяжелый язык изложения работы, много сложных предложений.
- В автореферате отсутствуют расшифровки сокращений.

Однако данные замечания не снижают ценность работы. Диссертационная работа Симонова Д. С. на тему «Повышение эффективности поверхностного пластического деформирования нежестких валов комбинированными ультразвуковыми технологиями» отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор Симонов Дмитрий Сергеевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.6 – Технология машиностроения (технические науки), 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки (технические науки).

### Официальный оппонент

Доцент кафедры «Технологии машиностроения»  
ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кандидат технических наук (специальность 05.02.08. — «Технология машиностроения»), доцент

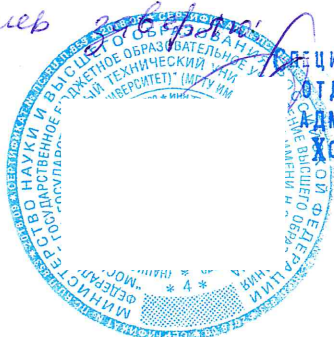
Яковлева Анна Петровна

Адрес организации: 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5  
Телефон: +7(916)686-07-48  
Email: [yakovleva525@mail.ru](mailto:yakovleva525@mail.ru)

Яковлева А.П. согласна на обработку персональных данных

Дата 16.03.2024

*Людмила*



СПЕЦИАЛИСТ ПО ПЕРСОНАЛУ  
ОТДЕЛА КАДРОВОГО  
АДМИНИСТРИРОВАНИЯ  
ХОДЫКИНА Л. Д.