

## **ОТЗЫВ**

Официального оппонента

кандидата технических наук Силантьева Сергея Александровича  
на диссертационную работу **Зыка Евгения Николаевича**  
на тему «Повышение усталостной прочности деталей из высокопрочных  
сталей при производстве и восстановлении ударными методами ППД»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения»

Диссертационная работа посвящена разработке технологии комплексного применения упрочняющей дробеструйной обработки на различных этапах жизненного цикла деталей, изготовленных из высокопрочных сталей.

**Актуальность темы диссертации.** Ответственные детали, изготовленные из высокопрочных сталей, давно и успешно применяются в конструкциях узлов и механизмов машин различного типа, в частности, в наземной и авиационной транспортной технике, машинах сезонного назначения. Проблема надёжности и долговечности таких деталей стоит особенно остро, в связи с требованиями по обеспечению безопасности транспортной техники.

Использование методов поверхностного пластического деформирования (ППД) в качестве как первичной, так и повторной упрочняющей обработки деталей в процессе эксплуатации позволяет значительно повысить вероятность безотказной работы изделий, увеличить их срок службы, а также снизить возможные экономические потери от замены вышедших из строя деталей и возможного срыва работ (для машин сезонного назначения).

Все вышесказанное позволяет сделать вывод об актуальности темы и содержания рассматриваемой диссертационной работы.

**Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов.** Диссертационная работы Зыка Е.Н. является завершённым научным исследованием и состоит из введения, пяти разделов, общих выводов, списка использованных источников и приложения.

В своей работе автор определяет объект исследования – детали из высокопрочных сталей (типа 30ХГСН2А, 30ХГСА и др.), а также области их применения – транспортную технику.

Анализ актуальной статистики отказов различных деталей транспортной техники позволил обозначить проблематику представленного исследования – повышение усталостной прочности деталей из высокопрочных сталей, в том числе и на этапе их эксплуатации.

В качестве предмета исследования, на основании анализа литературных источников, определены ударные методы поверхностного пластического деформирования, в частности, метод дробеструйной обработки.

Исходя из утверждения о важности благоприятного распределения остаточных напряжений (ОН) по толщине поверхностного слоя стальных деталей, автор проводит анализ существующих математических моделей расчёта ОН, а также тепловых процессов, сопутствующих дробеструйной обработке. Проведённый анализ позволил установить отсутствие единого мнения и принципов расчёта, а также необходимость корректировки подобных моделей для адаптации к повторному упрочнению в процессе эксплуатации.

Таким образом, автор определил объект, предмет, и проблематику исследования, обосновал актуальность выбранной темы, поставил **цель** – разработку технологии ударного упрочнения дробью на этапах

производства и эксплуатации, обозначил круг задач для достижения выбранной цели.

Для проведения научных исследований соискателем обозначена методика проведения испытаний и измерений, включающая в себя подробное описание экспериментального оборудования, обоснованный выбор метода неразрушающего контроля (основан на анализе частотных характеристик магнитных шумов Баркгаузена), а также математические методы планирования экспериментов и обработки их результатов. При этом автор корректно использовал известные научные положения, законы и закономерности.

Рассмотрение общих выводов диссертации позволяет установить, что предложенное соискателем повторное проведение отделочно-упрочняющей обработки дробью в ходе эксплуатации является единственной мерой по восстановлению и увеличению уровня усталостной прочности деталей из высокопрочных сталей. Экспериментально обосновано предложение об использовании дробеструйной обработки как при производстве, так и в ходе восстановительных процедур.

Соискателем в представленной технологии предложено использование универсального технологического параметра – интенсивности обработки, с целью упразднения различий между упрочнительными устройствами различного конструктивного типа.

Определена величина назначенного ресурса для деталей из высокопрочных сталей – 40% от наработка на отказ – с целью получения максимального эффекта от повторного упрочнения.

Доказана необходимость различия условий обработки для процедур первичного упрочнения при производстве и вторичного в процессе эксплуатации. В частности, для повторного упрочнения предлагается уменьшить интенсивность обработки (в 2 раза) и диаметр используемой дроби на 30%.

Применение предложенной технологии позволило значительно снизить вероятность разрушения деталей (на 62%) и повысить их ресурс (на 18...20%).

Представленные выводы подтверждены разработанной математической моделью расчёта эпюры распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя. Данная модель отличается возможностью использования применительно к деталям, подвергающимся процедуре повторного упрочнения в ходе эксплуатации. Данная особенность достигается за счёт того, что в модели учитываются усталостные процессы, которые происходят в материале в процессе нагружения. Расчёт по данной модели показал, что повторное упрочнение позволяет достичь благоприятного характера распределения эпюры ОН по толщине поверхностного слоя и на 8...10% увеличить уровень сжимающих остаточных напряжений. Достоверность данной модели обусловлена применением основополагающих научных положений теорий упругости и теплопроводности и современных методов математического моделирования, а также хорошей сходимостью результатов экспериментальных и теоретических исследований.

Обоснованность вышеуказанных выводов диссертации определена использованием автором признанных научных методов. Принятые допущения корректны и не выходят за границы традиционных в данной отрасли.

В диссертации соискателем делаются корректные ссылки на соответствующие источники, откуда заимствуются сведения и научные результаты, принадлежащие другим авторам.

Достоверность научных положений, результатов исследований, выводов и рекомендаций обосновывается:

- использованием существующих общепризнанных научных положений;
- методов планирования и статистической обработки результатов экспериментов;
- применением современной измерительной аппаратуры;
- положительным опытом промышленного внедрения полученных результатов;
- широкой апробацией работы.

Практическая ценность работы заключается в предложении использования существующего технологического метода обработки в новой области, с достижением экономического эффекта.

Содержание диссертации отражено в публикациях автора: опубликовано 11 работ, 4 из них опубликованы в изданиях, рекомендованных ВАК. Основные результаты исследований прошли широкую апробацию на конференциях различного уровня, в том числе и международных.

**Научная новизна.** Согласно современным представлениям о направлении развития упрочняющих технологий – в частности, дробеструйной обработки – наиболее перспективным является поиск новых областей и сфер применения имеющихся методов. Автор в своей работе в достаточной степени определил и доказал эффективность применения дробеструйной обработки для деталей, находящихся в эксплуатации.

Разработанная технология упрочнения определяет различие условий обработки на различных этапах жизненного цикла детали - полученные в ходе исследования закономерности позволили установить, что повторное упрочнение следует проводить с уменьшением силовых параметров обработки.

Отличительной особенностью разработанной математической модели расчёта эпюры распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя является возможность её применения для процесса повторного ППД при эксплуатации. Данная модель учитывает усталостные процессы, происходящие в материале в ходе эксплуатационного нагружения.

### **Общие замечания по диссертационной работе.**

1. Отсутствуют исследования по определению закономерностей, связанных с показателем микротвёрдости повторно обрабатываемой поверхности в процессе эксплуатации.
2. В предложенной математической модели отсутствует упоминание об остаточных напряжениях, образующихся в ходе структурных преобразований в материале в процессе упрочнения ППД.
3. Из работы неясен физический смысл описываемых в выводе явлений – не объяснена причина смягчения силовых составляющих процесса повторного упрочнения.

**Заключение о соответствии диссертации и автореферата критериям «Положения о присуждении учёных степеней».** Несмотря на указанные недостатки, диссертационная работа Зыка Е.Н. выполнена на высоком научно-техническом уровне, является законченной самостоятельной квалификационной работой. В ней изложены научно-обоснованные положения, направленные на решение актуальной проблемы повышения усталостной прочности деталей из высокопрочных сталей при производстве и восстановлении ударными методами ППД. Результаты работы вносят значительный вклад в развитие дробеструйных методов поверхностного пластического деформирования.

Полученные автором результаты, тематика и содержание научных публикаций, их научное и практическое значение, методы, средства и объём теоретических исследований, полученные выводы и рекомендации, свидетельствуют о личном вкладе соискателя в решение поставленных задач.

Автореферат отражает основное содержание диссертации.

Работа полностью отвечает требованиям п.9 Положения о порядке присуждения учёных степеней ВАК РФ, а её автор – Зык Евгений Николаевич – заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 – «Технология машиностроения».

Официальный оппонент:

кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения» Муромский института (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

20.04.2018  
Сергей  
Александрович  
Силантьев

Почтовый адрес: 602264 г. Муром ул. Орловская, 23  
Телефон: 89209033441  
E-mail: [ppdsio@yandex.ru](mailto:ppdsio@yandex.ru)

Подпись сотрудника Муромский института (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
Александровича Силантьева удостоверяю

Секретарь Ученого совета

Ольга  
Николаевна  
Полулях