



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Брянский государственный
технический университет»
(БГТУ)

Бульвар 50 лет Октября, 7, Брянск, 241035
Тел./факс: (4832) 56-09-05 / 56-29-39
E-mail: rector@tu-bryansk.ru

18.09.25 № 67-19-17-46

На № _____ от _____

ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный технический
университет» (ВГТУ)

Председателю / Ученому секретарю
диссертационного совета
24.2.286.06

394026, Воронеж,
Московский просп., 14, ВГТУ

ОТЗЫВ

на диссертацию Яковлевой Анны Петровны
«Разработка процессов комбинированной обработки деталей концентрированными потоками энергии и поверхностной пластической деформацией для получения модифицированных износостойких поверхностных слоев», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.5. «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Одним из направлений повышения эксплуатационных показателей и ресурса работы машин является поиск новых методов обработки рабочих поверхностей деталей, работающих в широком диапазоне температур, с высокими скоростями и давлениями в особых условиях окружающей среды.

Износостойкость этих деталей во многом определяется качеством поверхностных слоев, поэтому разработка новых технологий, направленных на решение научных и практических задач повышения износостойкости и показателей качества поверхностных слоев путем их модификации не теряет своей актуальности.

Одним из перспективных направлений решения проблемы является создание технологических процессов, объединяющих различные технологии с целью получения синергетического эффекта, недостижимого при использовании этих технологий в отдельности. Выявлены перспективные комбинированные технологии обработки деталей концентрированными потоками энергии и поверхностным пластическим деформированием, потенциально позволяющие получить модифицированный износостойкий поверхностный слой и существенно увеличить ресурс деталей гидравлического оборудования (золотниковых и плунжерных пар).

Автором выявлено противоречие, заключающееся в том, что с одной стороны, есть потребность и необходимость создания комбинированных технологий, соединяющих принципиально различные виды физического воздействия на обрабатываемый материал, а с другой стороны, не разработаны научные основы их создания, отсутствуют закономерности и адекватные модели, позволяющие ими управлять.

Следовательно, тема диссертационного исследования актуальна.

2. Новые научные результаты

В целом содержание научной новизны диссертации соответствует п. 2 паспорта научной специальности 2.5.5. Получены следующие основные новые научные результаты:

1. Выявлены закономерности и получены теоретические и экспериментальные зависимости, отражающие связь между параметрами комбинированной обработки, включающей предварительную операцию обработки концентрированными потоками энергии (электро-механической обработки или лазерного термического упрочнения) и последующую обработку алмазным выглаживанием, и параметрами качества поверхностного слоя (шероховатостью, остаточными напряжениями, глубиной упрочненного слоя), а также наличием и размерами масляных карманов.

2. Обоснованы технологические преимущества комбинированной обработки, экспериментально подтверждено повышение износостойкости модифицированного поверхностного слоя по сравнению с закалкой токами высокой частоты на 45 %, с цементацией — на 46 %, с азотированием — на 39 %, с электромеханической обработкой — на 45 %, с лазерной закалкой — на 52 %.

3. Установлен характер образования и технологического наследования зон концентрации напряжений в модифицированном комбинированной обработкой поверхностном слое, а также способность алмазного выглаживания выполнять роль технологического барьера, способствующего выравниванию напряженного состояния поверхностного слоя.

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

Теоретические исследования выполнены с использованием известных положений технологии машиностроения и инженерии поверхности, что позволяет считать предложенные научные положения, выводы и рекомендации в достаточной степени обоснованными и достоверными.

Данные теоретических расчетов подтверждены результатами экспериментальных исследований. Достоверность данных экспериментальных исследований обеспечивается планированием экспериментов, а также применением современных приборов и методик исследования параметров поверхностного слоя и износостойкости.

В процессе описания диссертационного исследования соискатель корректно ссылается на заимствованные формулы, методики и научные результаты, полученные другими авторами. Предлагаемые выводы и результаты работы не противоречат известным данным, опубликованным в работах других исследователей.

4. Практическая значимость

Предложена общая методика проектирования технологических процессов комбинированной обработки на основе использования упрочняющей обработки лазерным термическим упрочнением или ЭМО с последующим алмазным выглаживанием.

Разработаны рекомендации по режимам лазерного термического упрочнения, электромеханической обработки, алмазного выглаживания предварительно упрочненных концентрированными потоками энергии поверхностей.

Разработанные процессы комбинированной обработки для получения модифицированных износостойких поверхностей с целью повышения качества поверхностного слоя и износостойкости внедрены на предприятиях реального сектора экономики.

5. Общая оценка содержания и оформления диссертации

Материалы диссертации изложены на 253 страницах машинописного текста, структурированы на 6 глав, заключение, список сокращений, список литературы и приложения. Основной текст диссертации изложен на 221 странице, содержит 73 рисунка, 24 таблицы. Библиографический список содержит 339 наименований.

В приложении на стр. 254-279 приведены Акты внедрения результатов диссертационной работы, Заключение об эксплуатационных испытаниях, Свидетельства о проведении экспериментальных исследований внешними организациями, чертежи деталей, Свидетельство на полезную модель, а также технологические рекомендации по обеспечению требуемых показателей качества поверхностного слоя после комбинированной обработки.

Общее содержание диссертации свидетельствует о том, что заявленная цель научных исследований достигнута, а сформулированные задачи выполнены. Однако, объем первой главы представляется избыточным, так как составляет 100 стр. при общем объеме основного текста диссертации 220 стр. Заключение, в основном, содержит перечисление сделанного. Первая глава и диссертация в целом содержат избыточное количество материала реферативного характера.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и дает достаточно полное представление о выполненных исследованиях.

Результаты диссертационной работы Яковлевой Анны Петровны прошли апробацию на научно-технических конференциях и изложены в достаточном количестве публикаций.

Основное содержание диссертации отражено в 37 работах, в том числе 2 монографиях, 34 статьях в журналах, 20 из которых рекомендованы ВАК РФ для публикации основных результатов научных работ соискателей ученой степени кандидата и доктора наук, 1 патенте РФ на полезную модель.

6. Замечания

1. Приведенная в первой главе (рис. 1.9) классификация способов (технологий) повышения эксплуатационных свойств, в том числе износостойкости, нуждается в уточнении и корректировке:

- не выделены разделы способов нанесения покрытий и способов обработки поверхностным пластическим деформированием (ППД), при этом алмазное выглаживание попало в раздел отделочных способов обработки вместе с полированием и шлифованием, основанных на ином физическом принципе;

- в разделе способов обработки концентрированными потоками энергии не приняты во внимание: магнитно-импульсная обработка и обработка в СВЧ магнитном поле, электронно-лучевая обработка.

2. Из всего многообразия возможных комбинированных технологий теоретический анализ температур и остаточных напряжений выполнен только для двух вариантов: ЭМО или лазерное термическое упрочнение с последующим алмазным выглаживанием. Расчеты выполнены без перечисления принятых допущений, известные формулы использованы без должного обоснования.

3. Полученные теоретические и эмпирические математические зависимости параметров качества поверхностного слоя от параметров комбинированной обработки не визуализированы, что препятствует оценке значимости влияния каждого технологического фактора на значение оптимизируемого параметра. Рекомендуемые режимы алмазного выглаживания мало отличаются от известных (стр. 141).

4. Проблема технологического наследования рассмотрена только применительно к формированию зон концентрации напряжений; уделено недостаточно внимания статистической оценке надежности получаемых результатов; закономерности изменения точности размеров и микроструктуры обрабатываемого материала при реализации комбинированных технологий не исследовались.

5. В диссертации имеют место технические, методические и др. ошибки:

- в матрице полного факторного эксперимента 2^3 (стр. 126) фактор X_1 принимает только максимальные значения и есть фактор X_4 ;
- без оценки адекватности регрессионной модели нельзя утверждать, что нелинейная зависимость может быть представлена полиномом третьей степени (стр. 125);
- расчет параметров шероховатости с точностью до шестого знака после запятой не имеет практического смысла (стр. 120);
- после шлифования, как правило, в поверхностном слое детали формируются растягивающие остаточные напряжения, которые оказывают негативное воздействие на эксплуатационные свойства, а не наоборот (с. 103-104);
- представление о «независимости величины и характера остаточных напряжений», формирующихся в результате выполнения технологической операции, от остаточных напряжений после «предыдущих операций» (стр. 105) неверно и противоречит закону технологического наследования;
- утверждение «твердость и остаточные напряжения остаются без изменения при $T = -50^\circ\text{C}$ » противоречит табл. 6.2, 6.3 (стр. 215);
- рекомендация по исключению шлифования из технологического процесса изготовления плунжеров и золотников нереализуема в связи с необходимостью обеспечения точности размеров (вывод 5, стр. 220).

6. Задачи исследования, пункты научной новизны и основной текст диссертации содержат неудачные и некорректные формулировки:

- «Методика проектирования процессов комбинированной обработки» (пункт 1 н.н.) и «Методология проектирования технологических процессов комбинированной обработки» (пункт 5 н.н.) скорее относятся к практической значимости, а понятию «оптимальный уровень эксплуатационных свойств (износостойкость)» (пункт 5 н.н.) при отсутствии критерия оптимальности недостает конкретики и однозначности. Слово «Впервые» (пункт 2 н.н.) в контексте научной новизны - тавтология.
- в задачах исследования не коэффициент теплового расширения материала, а плотность отнесена к теплофизическим критериям; механические параметры поверхностного слоя названы «физико-механическими» (задача 3).
- в тексте диссертации (стр. 38) - «мягкие детали»; «зоны отпуска ... могут ... снижать шероховатость поверхности» (стр. 101).

7. Заключение

В диссертационной работе Яковлевой Анны Петровны «Разработка процессов комбинированной обработки деталей концентрированными потоками энергии и поверхностной пластической деформацией для получения модифицированных износостойких поверхностных слоев», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки получены новые технологические решения, направленные на повышение ресурса деталей гидравлических систем строительных, сельскохозяйственных, железнодорожных и дорожных машин, изделий авиационной промышленности, которые можно рекомендовать для широкого применения в производстве.

Диссертация Яковлевой А.П. является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения и разработки, направленные на повышение износостойкости наукоемких изделий за счет разработки и применения технологий комбинированной обработки концентрированными потоками энергии и поверхностным пластическим деформированием, что имеет существенное значение для развития машиностроения России.

Основные научные результаты диссертации удовлетворяют требованиям, предусмотренным пунктами 9-11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней.

На основании изложенного считаю, что **Яковлева Анна Петровна заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.5. Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.**

Официальный оппонент:

Киричек Андрей Викторович
доктор технических наук (05.02.08), профессор
проректор по перспективному развитию
ФГБОУ ВО «Брянский государственный техни
Адрес организации: 241035, г. Брянск, бульва
Телефон: +7 (4832) 515138
Адрес электронной почты: avk@tu-bryansk.ru



18.09.2025 г.

Я, Киричек Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.