

## ОТЗЫВ

официального оппонента **Попова Андрея Юрьевича**

на диссертационную работу **Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича «Повышение стойкости сборных фрез со сменными многогранными пластинами для обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

**2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки**

### Актуальность темы диссертации

Диссертационная работа Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича направлена на решение задач, связанных с повышением эффективности технологических процессов восстановления и обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ, что соответствует приоритетным направлениям развития машиностроения и транспортной отрасли Российской Федерации, ориентированным на повышение надежности, ресурса и экономической эффективности эксплуатации подвижного состава, а также внедрение высокопроизводительных и ресурсосберегающих технологий обработки.

В условиях роста объемов ремонта и восстановления колесных пар, рельсов и элементов ходовых систем, особое значение приобретает совершенствование режущего инструмента, обеспечивающего стабильность процесса обработки при переменных нагрузках, неравномерном припуске и повышенной твердости обрабатываемых материалов. Разработка конструкций сборных фрез со сменными многогранными пластинами, а также методов их проектирования и применения, направленных на повышение стойкости инструмента и качества обработанной поверхности, является важной задачей современной технологии машиностроения и соответствует тенденциям цифровизации и автоматизации проектирования режущего инструмента. Таким образом, тема диссертационной работы является **актуальной**.

### Структура и содержание работы

Содержание и структура диссертации находятся в логическом единстве и соответствуют поставленной цели исследования, критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования. Диссертационная работа написана по проблемно-тематическому принципу и состоит из введения, пяти глав, выводов по каждой главе, заключения, списка литературы, содержащего 104 наименования, и приложений. Основной материал изложен на 192 страницах машинописного текста, включает 57 рисунков и 29 таблиц.

**Во введении** обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования, представлены научная новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов, а также сведения об апробации работы.

**В первой главе** приведен анализ технических требований к фасонным поверхностям деталей мобильных колесных платформ, включая профили рельсов, острижков стрелочных переводов и колесных пар. Рассмотрены особенности их эксплуатации и характер износа, а также проведен анализ существующих способов восстановления рабочих поверхностей. Выполнен критический анализ научных работ в

области проектирования режущего инструмента и обоснован выбор фрезерования как перспективного способа обработки фасонных поверхностей.

**Во второй главе** представлен анализ известных технических решений в области инструментального обеспечения для восстановления фасонных поверхностей, включая сборные фасонные фрезы, токарные резцы и шлифовальные круги. Проведено сравнение их конструктивных и технологических возможностей, выявлены ограничения существующих решений и обоснована необходимость разработки новых конструкций сборных фрез со сменными многогранными пластинами.

**В третьей главе** разработана методика проектирования сборной фасонной фрезы с СМП, включающая алгоритмы расчета геометрических параметров и расположения режущих пластин. Исследовано влияние конструктивных параметров инструмента на равномерность фрезерования, точность и шероховатость обработанной поверхности. Выполнен теоретический анализ формирования остаточной микрогеометрии, определены кинематические задние углы и параметры срезаемого слоя при обработке фасонных поверхностей.

**В четвертой главе** представлены технологические решения по применению разработанной сборной фрезы, включая способ обработки колесных пар и комбинированный способ восстановления профиля катания с использованием шлифования и фрезерования. Описана технологическая система обработки фасонных деталей и обоснованы условия эффективного применения инструмента.

**В пятой главе** приведены результаты экспериментальных исследований разработанной сборной фрезы при обработке профиля катания колесных пар. Выполнен анализ силовых и энергетических характеристик процесса, шероховатости обработанной поверхности, а также сравнительная оценка эффективности фрезерной и токарной обработки. Установлено повышение стойкости инструмента и эффективности процесса обработки.

**В заключении** приведены основные выводы и результаты работы, сформулированы итоги проведенного исследования. Полученные научные результаты обладают внутренней согласованностью, соответствуют поставленным задачам и свидетельствуют о полноте их решения. Работа изложена технически грамотным языком, результаты исследований имеют практическую направленность и подтверждены экспериментально. Общее оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

**Научная новизна** заключается в следующем:

1. Установленные взаимосвязи между параметрами ориентации режущих пластин в корпусе сборной фасонной фрезы со сменными многогранными пластинами и показателями равномерности фрезерования, обеспечивающие повышение точности и снижение шероховатости обработанной поверхности профиля катания колесных пар;

2. Выявленные функциональные зависимости теоретической высоты остаточных неровностей при фрезоточении фасонных поверхностей от величины продольной подачи и ориентации режущей кромки пластин, позволяющие прогнозировать параметры качества поверхности на этапе проектирования инструмента;

3. Установленные зависимости между кинематическими задними углами при попутном и встречном фрезеровании и режимными параметрами обработки (подачей, глубиной резания, диаметрами заготовки и инструмента), положенные в основу математической модели процесса фрезоточения;

4. Выявленные закономерности изменения максимальной толщины срезаемого слоя при обработке фасонных поверхностей сборными дисковыми фрезами с СМП, учитывающие геометрию взаимодействия инструмента и заготовки и обеспечивающие обоснованный выбор режимов резания и прогноз стойкости инструмента.

**Теоретическая и практическая значимость работы** состоит в:

- разработке методики проектирования сборных фасонных фрез со сменными многогранными пластинами с учетом условий неравномерного фрезерования и требований к повышенной стойкости инструмента;

- разработке алгоритмов расчета остаточных неровностей и параметров равномерности фрезерования, позволяющих прогнозировать точность и шероховатость обработанной поверхности на этапе проектирования инструмента;

- создании алгоритмов автоматизированного проектирования конструкции сборной фасонной фрезы, обеспечивающих выбор рациональных геометрических и конструктивных параметров инструмента;

- разработке технологических решений, включая комбинированный способ обработки, объединяющий черновое шлифование и последующее фрезерование или точение, обеспечивающий повышение стойкости режущего инструмента и эффективности восстановления профиля катания колесных пар;

- получении экспериментальных результатов, подтверждающих повышение стойкости инструмента и эффективности процесса обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ.

**Степень достоверности** результатов исследований и обоснованность выводов подтверждаются применением современных теоретических и экспериментальных методов исследования, использованием положений теории резания, теории изнашивания и системного анализа, а также применением методов математического моделирования и численных расчетов.

Достоверность результатов также подтверждается проведением серии опытных обработок на заготовках из различных материалов, сопоставлением результатов с традиционными методами обработки, а также наличием актов внедрения и промышленной апробации разработанных технических решений.

**Соответствие диссертации паспорту научной специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки»**

Диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.5.5, что подтверждается разработкой и исследованием конструкции сборной дисковой фрезы со сменными многогранными пластинами для обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ, а также проведением теоретических и экспериментальных исследований, направленных на повышение стойкости инструмента, оптимизацию режимов резания и совершенствование технологических процессов обработки.

Полученные результаты соответствуют следующим направлениям исследований:

- п. 4 – создание и оптимизация параметров рабочего инструмента, обеспечивающих эффективные процессы обработки;

- п. 5 – создание инструментов для новых технологических процессов обработки;

- п. 6 – исследование влияния режимов обработки на силы резания, стойкость инструмента и характеристики технологической системы.

## **Оценка содержания диссертации**

По теме диссертации опубликовано 22 печатные работы, включая 3 статьи в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК для опубликования основных результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук, получено 8 патентов Российской Федерации на изобретения и полезные модели, 1 Евразийский патент, а также 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Анализ содержания диссертации и опубликованных работ показал, что все научные положения, выносимые на защиту, выводы и рекомендации являются обоснованными и принадлежат диссертанту. Содержание диссертационной работы свидетельствует о завершенности проведенного исследования и решении поставленных задач. Изложение материала выполнено логично и последовательно, соблюдена единая терминология, соответствующая общепринятым нормам в области технологии машиностроения.

Диссертационная работа соответствует научной специальности 2.5.5 – «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки». Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации и ее основные положения.

Объем и содержание диссертационной работы по степени научной новизны и практической значимости удовлетворяют требованиям, предъявляемым ВАК Российской Федерации к кандидатским диссертациям.

### **Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации**

Результаты и выводы диссертационного исследования могут быть использованы на машиностроительных предприятиях, осуществляющих изготовление и восстановление фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ, в том числе колесных пар подвижного состава, рельсов и элементов ходовых систем.

Основные положения работы могут быть применены при проектировании и совершенствовании режущего инструмента, в частности сборных фасонных и дисковых фрез со сменными многогранными пластинами, а также при разработке технологических процессов восстановления профиля катания колесных пар с использованием комбинированных методов обработки.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы в научно-исследовательских организациях и конструкторских бюро при разработке новых конструкций режущего инструмента и методов их расчета и проектирования.

Материалы диссертации целесообразно использовать в учебном процессе профильных вузов при подготовке бакалавров, магистров и аспирантов по направлениям, связанным с технологией машиностроения, проектированием режущего инструмента и обработкой сложнопрофильных поверхностей.

### **Замечания по диссертационной работе**

В диссертации успешно решены сложные в научном и практическом плане задачи, однако при этом нельзя не отметить ряд замечаний и дискуссионных положений:

1. В работе значительное внимание уделено разработке математических моделей, описывающих процессы формирования остаточной микрогеометрии, кинематических задних углов и параметров срезаемого слоя при фрезеровании фасонных поверхностей. Вместе с тем, представляется целесообразным более детально сопоставить полученные

расчетные зависимости с экспериментальными данными по износу режущих пластин и стойкости инструмента, особенно в условиях обработки материалов различной твердости. Это позволило бы повысить обоснованность предложенных моделей с точки зрения их применения в производственных условиях.

2. В диссертации показано влияние конструктивных параметров сборной фрезы на равномерность фрезерования и стойкость инструмента. Однако недостаточно подробно рассмотрен вопрос влияния динамических факторов технологической системы (жесткости системы «станок–инструмент–заготовка», вибраций, неравномерности припуска) на распределение нагрузок по режущим кромкам, что также может существенно влиять на износ и ресурс инструмента.

3. При рассмотрении комбинированного способа обработки, включающего шлифование и последующее фрезерование или точение, недостаточно подробно раскрыт вопрос оптимального выбора границы перехода между операциями, а также критериев назначения припуска на каждом этапе обработки. Более детальная проработка данного вопроса позволила бы расширить область практического применения предложенного способа. Кто будет нести ответственность за аварии, вследствие разрушения колес, после не контролируемого воздействия на поверхность катания колеса? Иногда в депо обдирают ползуны и выщерблены ручными машинками, чтобы убрать зону ТМО или сгладить углы.

4. В работе представлены результаты экспериментальных исследований стойкости инструмента и параметров обработки фасонных поверхностей. Вместе с тем, представляется целесообразным более подробно рассмотреть вопрос обобщения полученных результатов в виде универсальных рекомендаций по выбору режимов резания и конструктивных параметров инструмента для более широкого диапазона обрабатываемых материалов и условий эксплуатации. Это позволило бы повысить применимость разработанных решений в различных производственных ситуациях.

5. В задачах исследований п. 2 и 3 перекрываются п.4.

6. Нет сравнительных данных по геометрии режущей части тангенциальных и радиальных пластин, геометрических параметров лезвия, имеются только данные по стойкости. Какая разница, как закреплены пластины, если они удовлетворяют по прочности? Может быть дело в геометрии режущей части и лезвия?

7. Терминология меняется по тексту. В научной новизне – ориентация пластин, в положениях, выносимых на защиту – установочные параметры пластин. Далее по тексту и то, и другое.

Указанные замечания не снижают ценность и общую положительную оценку диссертационной работы, не влияют на основные научные и практические результаты и не затрагивают положений, выносимых соискателем на защиту.

### **Заключение**

Диссертация Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно обоснованные и оригинальные технические и технологические решения, направленные на повышение стойкости режущего инструмента при обработке сложнопрофильных поверхностей деталей мобильных колесных платформ за счет разработки конструкции сборной фрезы со сменными многогранными пластинами и способа ее применения.


Предложенные разработки обеспечивают повышение стойкости инструмента, улучшение качества обработанной поверхности и повышение эффективности технологических процессов восстановления профиля катания колесных пар. Полученные результаты вносят вклад в развитие технологии обработки фасонных поверхностей деталей железнодорожного и промышленного назначения.

Работа является актуальной, полученные результаты обладают научной новизной, обоснованы на современном научном уровне и представляют собой завершённый этап исследований. Достоверность результатов подтверждается применением современных методов теоретического и экспериментального исследования, а также их апробацией в производственных условиях.

Все вышеизложенное даёт основание считать, что, несмотря на отмеченные замечания непринципиального характера, представленная диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9–11 и 13–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции).

Автор диссертации Мирзомахмудов Азимжон Рустамович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент д.т.н., профессор,  
профессор кафедры «Металлорежущие  
станки и инструменты»,  
федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Омский государственный  
технический университет»

  
27.03.2026

А.Ю. Попов



