

В диссертационный совет Д 212.142.01

при МГТУ "СТАНКИН"

127994, г.Москва, ГСП-4,

Вадковский пер., д.1

8(499) 972-94-89

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

ШТИН АНТОНА СЕРГЕЕВИЧА

на диссертационную работу Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича на тему «Повышение стойкости сборных фрез со сменными многогранными пластинами для обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

1. Актуальность темы. В машиностроении важна обработка деталей сложного профиля, включая элементы мобильных колесных платформ: колесные пары подвижного состава, ходовые системы, головки рельсов и острия стрелочных переводов. Эти элементы подвержены износу и требуют регулярного восстановления с соблюдением высокой точности и качества. Стойкость режущего инструмента напрямую определяет стабильность и производительность процесса обработки, а также затраты на восстановление инструмента. Перспективным направлением является использование сборных фасонных фрез со сменными многогранными пластинами (СМП) для восстановления профиля катания колесных пар и других фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ. Такие инструменты отличаются высокой производительностью и ремонтпригодностью. Однако при обработке в условиях неравномерного припуска и переменной твердости материала ключевой задачей становится обеспечение долговечности инструмента.

Существующие конструкции сборных фасонных фрез с СМП нередко ограничены низкой стойкостью из-за нерационального распределения нагрузок на режущие кромки и неравномерного износа пластин. Разработка новых конструкций сборных фрез с СМП позволит повысить стойкость, сократить затраты на переналадку, снизить расход пластин и повысить эффективность восстановления фасонных деталей мобильных колесных платформ.

Решение поставленной в работе задачи способствует повышению стойкости режущего инструмента за счет разработки конструкции сборной фрезы со

сменными многогранными пластинами, что и определяет **актуальность диссертации Мирзوماхмудова А.Р.**

2. Новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и их обоснованность и достоверность.

К основным новым научным положениям, выводам и рекомендациям можно отнести следующие результаты:

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

2. Установлена функциональная зависимость теоретической высоты остаточных неровностей в осевом сечении при фрезоточении профиля катания колесных пар от величины продольной подачи сборной дисковой фрезы с учетом ориентации режущей кромки сменной пластины в корпусе сборной фрезы.

3. Выявлены функциональные взаимосвязи между кинематическими задними углами при попутном и встречном фрезоточении и величинами подачи, глубины резания и диаметров колесной пары и сборной дисковой фрезы со сменными многогранными пластинами, и разработана математическая модель, основанная на этих взаимосвязях.

4. Установлены функциональные зависимости между максимальной толщиной срезаемого слоя при попутном и встречном фрезоточении колесных пар и величинами подачи, глубины резания и диаметров колесной пары и сборной дисковой фрезы со сменными многогранными пластинами, и разработана математическая модель, основанная на этих взаимосвязях.

Научные положения, выводы и рекомендации, представленные в диссертации, можно считать обоснованными и достоверными, так как они были получены на основании методов, направленных на исследование стойкости режущего инструмента в условиях обработки фасонных поверхностей, применением сертифицированных программных средств САПР для построения геометрических и параметрических моделей сборных фрез с СМП, наличием актов приемочных испытаний и внедрения, подтверждающих работоспособность разработанной конструкции сборной фрезы с СМП и целесообразность ее промышленного применения.

3. Практическая значимость диссертации и использование полученных результатов.

Диссертационная работа Мирзوماхмудова А. Р. углубляет представления о закономерностях распределения нагрузок и износа на режущих кромках сборных дисковых фрез со сменными многогранными пластинами при обработке фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ. Разработан системный подход к проектированию сборных фрез с СМП для повышения стойкости: установлены зависимости между кинематическими и геометрическими параметрами режущей части, режимами резания и износостойкостью; предложен

алгоритм расчета остаточных неровностей и условий обеспечения равномерности фрезерования, позволяющий прогнозировать точность и шероховатость профиля на стадии проектирования.

Полученные результаты оформлены в виде прикладных решений и рекомендаций, включая:

- технологию комбинированной обработки (черновое шлифование и последующее фрезерование/точение) для снижения термомеханической нагрузки и повышения стойкости;

- рекомендации по выбору формы режущей кромки пластин для профиля колес и головки рельса;

- применение сменных пластин, соответствующих форме фасонного профиля.

Практическая значимость подтверждается актами внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс и в ЛВЧД-7 Москва-3 АО «ФПК».

Дополнительно практикоориентированный характер работы иллюстрируется наличием полного пакета конструкторско-технологической документации на сборную фрезу с СМП (Приложение 1).

4. Содержание и оформление диссертации и автореферата.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов по каждой из глав, заключения, списка использованных источников из 104 наименований и 4 приложений. Материал диссертационной работы изложен на 192 страниц машинописного текста, содержит 57 рисунков и 29 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы. Сформулированы цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту, а также представлены данные об апробации результатов, подтверждающие их достоверность.

В первой главе приведен анализ конструктивных и технологических требований к обработке деталей мобильных колесных платформ, имеющих фасонные профили с прямолинейной направляющей (головки рельсов, острия стрелочных переводов) и тел вращения (колесные пары, крановые колеса). Рассмотрены существующие способы восстановления их рабочих поверхностей и применяемые при этом режущие инструменты – токарные резцы с СМП, сборные фасонные фрезы с СМП и шлифовальные круги. Выполнен обзор методов проектирования сборных фасонных фрез с СМП и токарных резцов, используемых для обработки профиля катания колесных пар, а также проведен критический анализ диссертационных исследований в этой области.

Показано, что, несмотря на имеющиеся результаты, остаются недостаточно проработанными вопросы повышения универсальности, надежности и стойкости инструмента, а также сокращения трудоемкости его переналадки. Отмечена ограниченность применения отдельных конструктивных решений в условиях переменного износа и вариативной геометрии профиля катания. На основании

анализа сформулированы требования, обеспечивающие повышение технико-экономической эффективности процессов восстановления, и обоснована целесообразность разработки сборной дисковой фрезы с СМП. В результате системного анализа метода фрезерования деталей мобильных колесных платформ предложена структурно-функциональная модель технологической системы, отражающая взаимосвязи между технологическими целями, конструктивными параметрами инструмента и характеристиками процесса обработки.

Во второй главе выполнен анализ известных технических решений в области инструментального обеспечения восстановления рабочих поверхностей фасонных деталей мобильных колесных платформ. Рассмотрены конструкции сборных фасонных фрез с СМП, предназначенных для обработки головки рельса, бокового бочкообразного профиля, профиля остряка стрелочного перевода, а также профиля катания колесных пар. Приведены особенности формы и расположения режущих пластин, схемы их установки и параметры ориентации в корпусе фрезы. Описаны технические решения, реализованные в разработках отечественных и мировых производителей с указанием конструктивных особенностей фрез и применяемых СМП. Отдельно рассмотрены токарные резцы с СМП, используемые для восстановления профиля катания колесных пар. Проанализированы особенности их конструкции, включая формы режущих пластин, способы закрепления в катриджах, наличие стружколомов и направляющих поверхностей.

В третьей главе представлена методика проектирования сборных фрез с СМП для высокоэффективной обработки профиля катания колесных пар.

В четвертой главе представлены технологические решения по применению разработанной дисковой фрезы с СМП для восстановления профиля катания колесных пар. Изложен принцип фрезерования, который обеспечивает равномерное распределение нагрузки и повышение стойкости. Приведена траектория перемещения инструмента, реализованная для трехкоординатного фрезерного станка с ЧПУ и расчет режимов резания.

В пятой главе представлены экспериментальные исследования, направленные на проверку работоспособности разработанной конструкции дисковой фрезы с СМП при восстановлении профиля катания колесных пар мобильных колесных платформ.

В заключении лаконично сформулированы основные выводы диссертации, в полной мере отражающие научную новизну и практическую значимость полученных в работе результатов.

Каждая глава диссертации завершается соответствующими выводами. Структура диссертации имеет внутреннее единство, написана грамотным литературно-техническим языком. Автореферат изложен на 24 страницах и в полной мере отражает содержание диссертации. По каждой главе представлены выводы, отражающие полученные результаты. Общие выводы по работе сформулированы в заключении.

Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Оформление диссертации и автореферата в целом соответствует установленным требованиям.

Апробация. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект N FSFS-2024-0012).

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных, всероссийских, региональных и межвузовских научно-технических конференциях, например: - в полуфиналах и финалах XIV и XV Национальной научно-технической конференции (ННТК), организованной Союзом машиностроителей России (Москва, 2024 и 2025);

- на Всемирном изобретательском форуме Global Invention Forum in Cyprus (Лимассол, Кипр, 2024);

- на 15-й Международной научно-технической конференции «Научные технологии в машиностроении» (Москва, 2024);

- на 37-й Международной научно-технической конференции «Перспективные направления развития технологии машиностроения и металлообработки» (Минск, 2023);

- на международной выставке изобретений Kaohsiung International Invention & Design Expo, (Тайвань, 2022).

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. По теме и содержанию материалов диссертационная работа соответствует паспорту научной специальности 2.5.5 «Технология и оборудование механической и физико-технической обработки» подтверждается следующими аспектами: разработкой и исследованием конструкции сборной дисковой фрезы с СМП для восстановления профилей деталей сложной формы мобильных колесных платформ; проведением экспериментальных и теоретических исследований стойкости инструмента, сил резания и режимов обработки, включая расчет и оптимизацию конструктивных и режимных параметров инструмента. Указанная работа соответствует следующим направлениям исследований: 4. «Создание, включая проектирование, расчеты и оптимизацию, параметров рабочего инструмента и других компонентов оборудования, обеспечивающих технически и экономически эффективные процессы обработки»; 5. «Создание оборудования и инструментов для новых технологических процессов механической и физико-технической обработки»; 6. «Исследование влияния режимов обработки на силы резания, температуру, стойкость инструмента и динамическую жесткость оборудования».

Публикации. По теме диссертации опубликовано 22 печатные работы, включая 3 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК и 2 учебно-методических издания. Получены 8 патентов РФ на изобретения и полезные модели, 1 Евразийский патент на изобретение, а также 3 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Публикации автора по теме диссертации в достаточной степени отражают основные результаты исследований и соответствуют требованиям ВАК по публикациям для кандидатских диссертаций.

5. Основные замечания по диссертационной работе. К основным замечаниям по диссертационной работе можно отнести следующие:

1. Классическая теория резания металлов (работы И.А. Тиме, А.М. Розенберга и др.) уже содержит фундаментальные основы для расчета кинематики фрезерования, однако автор выносит на защиту математические модели определения кинематических задних углов и толщины срезаемого слоя, следовало бы более четко обозначить, в чем именно заключается новизна предложенных зависимостей применительно именно к сборным фрезам с СМП и колесным парам мобильных колесных платформ.

2. В пятой главе приводятся результаты экспериментальных исследований. Однако из текста неясно, проводилась ли статистическая обработка результатов, оценивалась ли воспроизводимость опытов и каков доверительный интервал полученных значений сил резания. Без этого сложно судить о достоверности утверждения о повышении стойкости ровно в 2,7 раза, пункт 10 заключения.

3. В работе автор позиционирует как преимущество малую массу разработанной дисковой фрезы (3 кг) страница 108 диссертации, страница 12 автореферата. Не скажется ли малый вес нового инструмента на увеличении машинного времени?

4. На странице 10 диссертации, заявлен пункт №6 практической значимости: «Алгоритме САПР конструкции сборной фасонной фрезы..». Из работы не ясно, каким образом реализован данный алгоритм? Это законченный программный продукт или интеграция в известные САПР ?

5. По оформлению автореферата и диссертации имеются плохо читаемые надписи и графики, например рисунок.1, и рисунок.6.

6. В диссертации отсутствуют сведения о допустимой погрешности измерений параметров шероховатости, сил резания и износа пластин, что затрудняет количественную оценку точности полученных данных.

7. В работе отсутствует анализ влияния температурного фактора на равномерность износа режущих кромок и стойкость инструмента при длительной эксплуатации.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича получены новые научные результаты и положения, с применением которых возможно повышение стойкости сборных фрез со сменными многогранными пластинами для обработки фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ.

Основой диссертационной работы Мирзомахмудова А.Р. являются новые научные результаты теоретических и экспериментальных исследований, которые выполнены лично автором или при непосредственном его участии. Личный вклад автора подтвержден публикациями, перечисленными в автореферате.

Рассматриваемая диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

В целом диссертационная работа Мирзомахмудова Азимжона Рустамовича является самостоятельной законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки по повышению стойкости режущего инструмента при обработке фасонных поверхностей деталей мобильных колесных платформ за счет разработки конструкции сборной фрезы со сменными многогранными пластинами и способа ее применения, имеющие существенное значение для развития страны, и соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям пп. 9-11,13,14 положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, а ее автор Мирзомахмудов Азимжон Рустамович заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.5. – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки.

Официальный оппонент:

доцент кафедры станков и инструментов
ФГБОУ ВО «ТИУ»,
кандидат технических наук
(2.5.5. – Технология и оборудование
механической и физико-технической
обработки), доцент.

Штин Антон Сергеевич
тел. 8(953) 826-98-02
shtin_as@mail.ru



Штина А.С.
руководитель документа общего отдела ТИУ
01.04.2026

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет»
(ФГБОУ ВО «ТИУ»)
625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38