

ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Грубки Романа Михайловича на тему «Теоретические основы повышения точности обработки цилиндрических колес путем ориентированной многокоординатной пространственной модификации зубьев», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.02.08 – Технология машиностроения

Грубка Роман Михайлович, кандидат технических наук, закончил с отличием в 2000 году ГВУЗ «Донецкий государственный технический университет» (ныне ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ») по специальности «Технология машиностроения». С 2000 г. по 2003 г. учился в аспирантуре ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет» (по этой же специальности). С 2002 года работал ассистентом на кафедре «Технология машиностроения» ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет». В 2010 году защитил кандидатскую диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.08 - «Технология машиностроения на тему «Технологическое обеспечение формообразования зубьев муфт с пространственной геометрией, компенсирующей изменяющиеся погрешности монтажа валов». С 2010 года по настоящее время - доцент кафедры «Технология машиностроения» ГОУВПО «ДОННТУ».

Работа над докторской диссертацией была начата им в 2010 году и продолжалась по 2019 год. С 2015 г. по 2018 г. проходил обучение в докторантуре с отрывом от преподавательской деятельности.

Преподавательская работа в этот период времени выполнялась Грубкой Р.М. вполне успешно. Основные дисциплины, которые он освоил и читает, следующие: «Основы технологии машиностроения», «Основы автоматизированного проектирования», «Системы автоматического программирования оборудования с ЧПУ», «Технология производства технологической оснастки», «Компьютерное проектирование и моделирование технических систем», «Новые конструкционные материалы».

Необходимо также отметить работу Грубки Р.М., как научного исследователя. Он способен квалифицированно сформулировать цель и задачи научно-исследовательской работы, определить, обосновать, умело применять, а в случае необходимости, и совершенствовать методы исследований, анализировать и интерпретировать полученные результаты.

Грубка Р.М. автор и соавтор 76-ти научно-технических и учебно-методических работ, в том числе 2-х патентов на изобретения и 1-го патента на полезную модель.

Диссертация Грубки Р.М. «Теоретические основы повышения точности обработки цилиндрических колес путем ориентированной многокоординатной пространственной модификации зубьев» является законченной научно-

исследовательской работой, итогом исследований, проведенных в ГОУВПО «ДОННТУ», а также на ряде машиностроительных предприятий.

Считаю, что разработанные в диссертации технологические основы повышения точности изготовления цилиндрических зубчатых колес с пространственно-модифицированными зубьями имеют высокую степень актуальности. В работе решается сложная научно-техническая проблема повышения точности многокоординатного фрезерования зубьев цилиндрических колес с пространственной геометрией боковой поверхности, способной компенсировать комплекс перемещений, вызванных наличием погрешностей изготовления, монтажа и деформаций элементов зубчатых передач в процессе эксплуатации, за счет пространственного подхода к решению технологических задач и аналитического описания взаимосвязи геометрии боковой поверхности зубьев, геометрии РИ и траекторий относительного перемещения инструмента и заготовки в процессе формообразования

Работа имеет научную новизну. Основные пункты новизны следующие:

- впервые предложена методология синтеза внешнего и внутреннего зацеплений цилиндрических колес, способных компенсировать комплексное действие погрешностей и деформаций элементов зубчатых передач;

- впервые предложен пространственный подход к решению задач формообразования цилиндрических колес зубофрезерованием методом копирования, позволяющий повысить геометрическую точность пространственно-модифицированных зубьев;

- впервые разработана методика аналитического определения координат точек пространственной траектории относительного перемещения РИ, работающего по методу копирования, в зависимости от геометрии боковой поверхности зубьев и геометрии режущей кромки инструмента;

- впервые разработана методика определения параметров срезаемого слоя при многокоординатном зубофрезеровании методом копирования основанная на пространственном подходе к решению задачи формообразования;

- впервые предложен пространственный подход к решению задач формообразования цилиндрических колес зубофрезерованием методом обкатки, позволяющий повысить геометрическую точность пространственно-модифицированных зубьев;

- впервые разработана методика аналитического определения координат точек пространственной траектории относительного перемещения РИ, работающего по методу обкатки, в зависимости от геометрии боковой поверхности зубьев и геометрии режущей кромки инструмента.

Практическая ценность диссертационной работы определяется тем, что разработаны технологические способы многокоординатного зубофрезерования пространственно-модифицированных зубьев цилиндрических колес методами копирования и обкатки, реализация которых приводит к повышению геометрической точности нарезания зубьев. Отклонение координат по толщине зуба не превышает: при обработке дисковой модульной фрезой - для специально спрофилированного РИ - 3%, для стандартного РИ - 5%; при

обработке червячной фрезой с перемещением РИ по пространственной траектории максимальное $\pm 9,3\%$; в пределах активной боковой поверхности зубьев - $\pm 6,3\%$. Разработан ФОКТП повышения надежности, долговечности и нагрузочной способности цилиндрических зубчатых передач, реализация которого на практике позволит осуществлять как сквозное, так и итерационное проектирование цилиндрических зубчатых колес с пространственной геометрией боковой поверхности зубьев, способных компенсировать комплекс погрешностей и деформаций элементов передач. Разработаны рекомендации по синтезу соединений цилиндрических зубчатых колес внешнего и внутреннего зацеплений с пространственными геометриями, способных компенсировать комплекс погрешностей и деформаций элементов зубчатых передач. Применение на практике таких зубчатых соединений позволит повысить эксплуатационные характеристики цилиндрических передач за счет обеспечения линейного контакта зубьев и исключения кромочного контакта. Аппроксимация боковой поверхности зубьев сплайнами Безье позволяет сократить сроки выполнения этапов конструкторской и технологической подготовки производства зубчатых венцов с пространственными геометриями за счет автоматизации работ с использованием современной компьютерной техники и пакетов прикладных программ. Относительная погрешность в определении координат не превышает 1%. Рекомендации по разработке элементов технологического обеспечения и определению параметров для настройки зубофрезерных станков позволяют проектировать технологические процессы и операции изготовления зубчатых венцов цилиндрических колес, как с предложенной пространственной геометрией, так и с геометрией, приближенной к ней, в условиях всех типов производств, в том числе и на существующем серийном оборудовании стандартным РИ. Рекомендации по контролю геометрических параметров зубчатых венцов с пространственными геометриями зубьев, позволяют автоматизировать обработку результатов измерений геометрических параметров зубьев, с учетом непрерывного изменения толщины зубьев в зависимости от координаты по их высоте и длине, с применением цифровой измерительной техники. Алгоритмы назначения режимных параметров обработки пространственно-модифицированных зубьев методом копирования, позволят снизить трудоемкость расчетных операций.

Практическое значение результатов подтверждено использованием научно-технических разработок, выполненных в диссертации, в промышленных условиях на действующих предприятиях ДНР и РФ.

Соискатель лично разработал: теоретические основы функционально-ориентированного конструкторско-технологического подхода повышения надежности, долговечности и нагрузочной способности цилиндрических зубчатых передач; разработана методика синтеза соединений цилиндрических зубчатых колес, способных компенсировать комплекс погрешностей и деформаций элементов передач; обосновал дальнейшее развитие теории пространственного сопряжения зубьев цилиндрических зубчатых колес, основанного на усовершенствовании кинематического метода синтеза; разработал теоретические основы повышения точности нарезания

пространственно-модифицированных зубьев многокоординатным зубофрезерованием методом копирования и методом обкатки; разработал теоретические основы контроля пространственно-модифицированных зубьев цилиндрических колес; предложил мероприятия по автоматизация определения параметров сечения среза при многокоординатном зубофрезеровании зубчатых венцов с пространственной модификацией зубьев.

Достоверность полученных результатов и обоснованность выводов подтверждаются корректным использованием апробированных методов исследований и научных теорий, адекватностью разработанных моделей, применением современного математического аппарата, приборов и технологического оборудования, достаточной сходимостью теоретических и экспериментальных исследований, эффективностью внедрения результатов исследования на производстве и в учебном процессе.

Основные научные результаты диссертационной работы изложены в 34 научно-технических работах, в том числе: 13 статей в ведущих рецензируемых изданиях ВАК ДНР, имеющих РИНЦ; 3 статьи в ведущих рецензируемых журналах ВАК России, имеющих РИНЦ; 18 публикаций в материалах международных конференций, в том числе в сборниках, входящих в международные наукометрические базы данных.

Представленная работа в полной мере соответствует критериям, установленным п. 2.1. Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Грубка Р.М., заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности: 05.02.08 - Технология машиностроения.

Научный консультант,
д-р техн. наук,
заведующий кафедры
«Технология машиностроения»
ГОУВПО «ДОННТУ»



А.Н. Михайлов

Подпись профессора Михайлова А.Н., заверяю:
начальник отдела кадров
ГОУВПО «ДОННТУ»



К.М. Садлова