

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.332.02 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ «СТАНКИН» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РФ ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ  
СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 25 июня 2024 № 160

О присуждении Бирюкову Сергею Сергеевичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация на тему «Разработка метода и средств поддержки технологического синтеза прямозубых конических передач в составе автоматизированной системы технологической подготовки производства» по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами» принята к защите 16 апреля 2024 г., протокол № 154, диссертационным советом 24.2.332.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 127055, Москва, Вадковский пер., 3а, № 1031/нк от 30.12.2013 г.

Соискатель Бирюков Сергей Сергеевич, 17 апреля 1996 года рождения, в 2019 году окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (Москва, Вадковский пер., 3а) по направлению подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».

В 2023 г. соискатель Бирюков С.С. окончил очную аспирантуру на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Соискатель Бирюков С.С. работает программистом-аналитиком в ЗАО «Топ Системы».

Диссертация выполнена на кафедре информационных технологий и вычислительных систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор, Волков Андрей Эрикович, профессор кафедры теоретической механики и

сопротивления материалов федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

**Официальные оппоненты:**

Чепчуров Михаил Сергеевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

Калякулин Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии машиностроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), г. Владимир, в своем положительном отзыве, подписанном Денисовым Максимом Сергеевичем, кандидатом технических наук, доцентом, заведующим кафедрой «Автоматизация, мехатроника и робототехника» и Коростелевым Владимиром Федоровичем, доктором технических наук, профессором кафедры «Автоматизация, мехатроника и робототехника» и утвержденном Кучериком Алексеем Олеговичем, доктором физико-математических наук, доцентом, проректором по научной работе и цифровому развитию ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» указала, что диссертационная работа Бирюкова С.С. является научно-квалификационной работой, в которой решена задача сокращения сроков технологической подготовки производства прямозубых конических передач и повышения качества шестерен в составе автоматизированной системы технологической подготовки производства, имеющей существенное значение для машиностроения, соответствует паспорту специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами». Научные положения, выводы и рекомендации, приведенные соискателем в диссертации, являются обоснованными и достоверными. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Автореферат и опубликованные работы

отражают основное содержание работы. По своей актуальности, новизне и научно-практической значимости диссертация соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, отвечает требованиям *Положения о порядке присуждения ученых степеней*, а ее автор Бирюков Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.3 – «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами».

По теме диссертации соискатель имеет 22 опубликованных работы (общий объем в страницах А4 – 129 стр., из них авторских – 58 стр.), из них 3 научные работы опубликованы в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России (общий объем – 37 стр., из них авторских – 12); 2 в журналах, индексируемых Scopus (общий объем – 37 стр., из них авторских – 12 стр.). Среди опубликованных работ по теме диссертации статьи, изданные в периодических изданиях, 17 стр., авторских 7 стр., статьи в сборниках трудов научных конференций 54 стр., авторских 30 стр.

Наиболее значительные работы по теме диссертации, опубликованные в рецензируемых научных изданиях:

1. Медведев В.И. Алгоритмы синтеза и анализа зацепления эвольвентных прямозубых конических колес с локализованным контактом / Медведев В.И., Волков А.Э., Бирюков С.С. // Вестник МГТУ "Станкин", 2019, № 1 (48). – С. 98-105.

2. Волков А.Э. Программный комплекс для расчета прямозубых конических передач с локализованным контактом / Волков А.Э., Лагутин С.А., Бирюков С.С. // Интеллектуальные системы в производстве, 2020, Том 18, № 3. – С. 77-84.

3. Волков А.Э. Распределение контактных давлений в модифицированной эвольвентной конической зубчатой передаче / Волков А.Э., Бирюков С.С. // Вестник МГТУ "Станкин", 2021, № 3 (58). – С. 13-17.

4. V. Medvedev Automation of Technological Preproduction of Straight Bevel Gears / V. Medvedev, A. Volkov and S. Biryukov // Mechanisms and Machine Science. – Springer, 2020. – vol. 81. – pp. 133-155.

5. A. E. Volkov Minimization of Contact Pressure in the Straight Bevel Gear with Saving of Its Size / A. E. Volkov, S. S. Biryukov, and S. A. Lagutin // Mechanisms and Machine Science. – Springer, 2021. – vol. 101. – pp. 325-338.

На диссертацию и автореферат поступили 7 отзывов. Все отзывы положительные.

1) Отзыв Прилепского Владимира Ильича, к.т.н., главного специалиста по зубообработке ООО «Саратовский завод шестерён», г. Саратов.

Замечания:

1. В разделе «Степень разработанности исследования» нет ссылок на работы по зубчатой тематике китайских авторов (на английском языке).

2. В тексте реферата желательно иметь при первом упоминании расшифровку аббревиатур для неподготовленных читателей.

2) Отзыв Лагутина Сергея Абрамовича, к.т.н., с.н.с., ведущего инженер-конструктора конструкторского отдела ОАО "Электростальский Завод Тяжелого Машиностроения", г. Электросталь.

Замечания:

1. На рис.5 показана известная кривая Бакстера – график ошибки угла поворота звена 2 в зависимости от угла поворота звена 1. При этом обычно под звеном 1 понимается ведущее звено, а под звеном 2 ведомое. Непонятно, зачем автор поменял местами роли этих звеньев. Непонятно также, почему в выражении (10) для определения указанной ошибки оба члена стоят со знаком «минус».

2. На рис.6 показано в виде сплошного четырехугольника суммарное пятно контакта без нагрузки. Для лучшего понимания вопроса было бы интересно увидеть те мгновенные полоски контакта, из которых это пятно складывается.

3. На рис 8 представлена схема расчета припуска перед калибровкой. На Рис.8а изображено сечение зуба заготовки, на рис. 8б сечение готового зуба. На Рис 8в эти сечения объединены, но при этом сечение зуба заготовки настолько утрировано, что его уже нельзя узнать.

3) Отзыв Сызранцевой Ксении Владимировны, д.т.н., доцента, профессора кафедры кибернетических систем ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень

Замечания:

1. Позволяет ли разработанное автором программное средство оценить изгибную прочность зубьев проектируемых конических колес?

2. Учитывает ли предложенная им методика синтеза колес учесть перекося валов? Ведь в большинстве случаев сложность размещения опор ведущего вала вынуждает коническую шестерню закреплять консольно, что приводит к неравномерности распределения нагрузки по площадке контакта;

3. В каком формате программное средство генерирует 3d модели зубчатых колес, и позволяет ли этот формат импортировать трехмерную модель в какую-то из САЕ-систем для компьютерного моделирования процесса нагружения?

4) Отзыв Волкова Глеба Юрьевича, д.т.н., доцента, профессора кафедры «Машиностроение» ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», г. Курган.

Замечания: по автореферату имеются отдельные замечания редакционного характера. Например, в заключительной части не вполне уместным

представляется сделанный самим автором вывод под номером 1: «Диссертация является законченной научно-квалификационной работой».

5) Отзыв Лаптева Игоря Вячеславовича, к.ф.-м.н., начальника лаборатории математического моделирования АО «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (г. Москва), отзыв Городнова Анатолия Олеговича, к.ф.-м.н., старшего научного сотрудника лаборатории математического моделирования АО «Государственный научный центр Российской Федерации «Исследовательский центр имени М.В. Келдыша» (г. Москва).

Замечания:

1. Исходя из автореферата, не ясно как осуществляется выбор значения коэффициента, устанавливающего минимально допустимое отношение площади сечения припусков к площади готового зуба.

2. В диссертационной работе особое внимание уделяется автоматизации производства, при этом исходя из автореферата, разработанное программное средство является изолированным приложением и не указана степень интеграции в АСТПП.

6) Отзыв Гилеты Виктора Павловича, к.т.н., доцента кафедры технологии машиностроения ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», г. Новосибирск.

Замечания:

1. В автореферате не указано, почему в методике подбора параметров управления припуском подбор осуществляется только за счёт параметров  $dh_2$  и  $dh_3$ , и из каких соображений происходит выбор начальных значений.

2. При расчете характеристики контакта зубьев под нагрузкой не учитываются погрешности формы зубьев и взаимного положения, а они в большей степени вынуждают осуществлять продольную и профильную модификацию зубьев.

7) Отзыв Трубачева Евгения Семеновича, д.т.н., профессора, профессора, директора научного подразделения «Институт механики имени профессора Гольдфарба В. И.» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова» (г. Ижевск).

Замечания:

1. Не объяснён разный вид и структура формул (5) и (6) для оценки разных модификаций.

2. Имеются неудачные выражения, например: «производство ... характеризуется высокой трудоёмкостью, связанной с ... расчётом ... » (с. 8),

«оптимизация контактного давления» (с. 9), «математическая модель расчёта» (рис. 13).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

Чепчуров Михаил Сергеевич, доктор технических наук, профессор, является учёным, известным своими научными работами в области автоматизации производства, имеет значительное количество публикаций в этой области, что соответствует тематике диссертации соискателя и свидетельствует о его компетенции в задачах, которые решает соискатель.

Калякулин Сергей Юрьевич, кандидат технических наук, доцент, является учёным, обладающим компетентностью и наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, способным оценить научную новизну и практическую ценность диссертации соискателя.

Ведущая организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ), имеет научный авторитет и обладает компетентностью по проблематике диссертационного исследования соискателя, что подтверждается наличием публикаций работников ведущей организации в рецензируемых научных изданиях.

Официальные оппоненты и ведущая организация дали свое согласие.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан** метод технологического синтеза прямозубых конических передач в составе автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП), отличающийся от существующих методов возможностью расчёта колёс с требуемой локализацией контакта;

**предложен** алгоритм решения задачи минимизации максимального контактного давления при условии отсутствия кромочного контакта за счёт варьирования параметров модификации;

**доказано** наличие связей между эксплуатационными требованиями к характеристикам зацепления прямозубой конической передачи и структурой технологической подготовки производства прямозубых конических передач;

**введены** параметры модификации трёхмерной модели прямозубой конической передачи, которые позволяют управлять степенью локализации контакта в зубчатой передаче.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**доказана** возможность использования разработанного метода

технологического синтеза прямозубых конических передач в составе АСТПП в целях сокращения сроков технологической подготовки производства прямозубых конических передач и повышения качества конических шестерен.

Применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов):

**использованы** методы теории зубчатых зацеплений, аналитической и дифференциальной геометрии, объектно-ориентированного программирования;

**изложены** особенности технологической подготовки производства конических передач, а также рекомендуемые значения характеристик зацепления передачи, особенности методов решения контактных задач;

**раскрыты** недостатки существующих автоматизированных систем, применяемых при конструкторско-технологической подготовке производства прямозубых конических передач;

**изучены** задачи, связанные с обеспечением требуемых эксплуатационных характеристик в зубчатой передаче при технологической подготовке производства, решаемые с помощью АСТПП;

**проведена модернизация** существующего процесса технологической подготовки производства прямозубых конических передач, изготавливаемых методом штамповки, за счёт использования разработанного программного средства.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

**разработаны и внедрены** в ПАО «КАМАЗ» методика подбора параметров модификации для получения локализованного контакта, методика подбора значений параметров распределения припуска для финишной операции штамповки, методика технологического синтеза зубчатого зацепления; **разработано** программное средство поддержки в составе АСТПП, которое позволяет анализировать характеристики зацепления и контакта в прямозубых конических передачах, рассчитывать модифицированные трёхмерные модели зубчатых колёс, проводить оптимизацию максимального контактного давления в передаче, рассчитывать трёхмерные модели заготовок с припуском под калибровку;

**определены** область и перспективы практического использования предлагаемого решения – технологическая подготовка производства конических передач, изготавливаемых методом штамповки.

**создана** совокупность практических рекомендаций, обеспечивающих повышение эффективности технологической подготовки производства на основании применения разработанного средства поддержки технологического синтеза прямозубых конических передач.

**представлены** результаты, которые указывают на возможность их практического применения в промышленности на предприятиях, занимающихся массовым производством прямозубых конических передач методом штамповки в различных отраслях промышленности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

**для экспериментальных работ** результаты получены на сертифицированном вычислительном оборудовании с применением лицензионных программных средств;

**теория** построена на методах синтеза зубчатых зацеплений, аналитической, дифференциальной геометрии, объектно-ориентированного программирования и согласуется с опубликованными сведениями по теме диссертации;

**идея базируется** на анализе отечественной и зарубежной практик по технологической подготовке производства зубчатых передач.

**использовано** сравнение существующих автоматизированных систем конструкторско-технологической подготовки производства с целью сокращения сроков технологической подготовки производства прямозубых конических передач и повышения качества шестерен;

**установлено** качественное соответствие полученных авторских результатов с результатами, представленными в независимых источниках по данной тематике;

**использованы** современные инструменты обоснования эффективности использования предложенного метода технологического синтеза прямозубых конических передач.

**Личный вклад соискателя состоит** в формировании цели и задач исследования; выборе и обосновании методов и средств исследования; непосредственном участии на всех этапах получения теоретических и практических результатов; в разработанных при непосредственном участии математической модели модифицированной прямозубой конической передачи и методиках, применяемых при взаимодействии с АСТПП; в разработанном эвристическом алгоритме решения задачи условной оптимизации по подбору значений параметров модификации для минимизации контактного давления в передаче с локализованным контактом; в разработке программного средства поддержки предложенного метода технологического синтеза прямозубых конических передач и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В ходе защиты диссертации были высказаны критические замечания.



Соискатель Бирюков С.С. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы, привел собственную аргументацию и согласился с некоторыми замечаниями.

На заседании 25 июня 2024 г. диссертационный совет принял решение за научно-обоснованные технические, технологические и иные решения и разработки, направленные на разработку метода и средств поддержки технологического синтеза прямозубых конических передач в составе автоматизированной системы технологической подготовки производства, имеющие существенное значение для машиностроительной отрасли страны, присудить Бирюкову С.С. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 6 докторов наук по специальности 2.3.3, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

«за» - 16, «против» - нет, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель  
диссертационного совета  
24.2.332.02  
д.т.н., профессор



Волкова Галина Дмитриевна



Ученый секретарь  
диссертационного совета  
24.2.332.02  
д.ф.-м.н., доцент



Елисеева Юлия Витальевна

25 июня 2024 г.

