

ПРОТОКОЛ № 5/з

Заседания диссертационного совета 24.2.353.02

на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»  
от «15» июня 2023 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ: 17 из 21 членов диссертационного совета: Голенков Вячеслав Александрович, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки (председатель)); Поляков Роман Николаевич, д.т.н., доцент, 2.5.2 (технические науки) (заместитель председателя); Кожус Ольга Геннадьевна, к.т.н., 2.5.5. (ученый секретарь); Баранов Юрий Николаевич, д.т.н., доцент, 2.5.5. (технические науки); Барсуков Геннадий Валерьевич, д.т.н., доцент, 2.5.5. (технические науки); Вдовин Сергей Иванович, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки); Дорохов Даниил Олегович, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Коробко Андрей Викторович, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Лавриненко Владислав Юрьевич, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Лавриненко Юрий Андреевич, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Радченко Сергей Юрьевич, д.т.н., профессор, 2.5.7. (технические науки); Савин Леонид Алексеевич, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Тарапанов Александр Сергеевич, д.т.н., профессор, 2.5.5. (технические науки); Ушаков Леонид Семенович, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки); Фроленкова Лариса Юрьевна, д.т.н., доцент, 2.5.7. (технические науки); Черепенько Аркадий Анатольевич, д.т.н., 2.5.5. (технические науки); Чернышев Владимир Иванович, д.т.н., профессор, 2.5.2. (технические науки).

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Защита диссертации соискателя Низамова Равиля Салимовича на тему: «Разработка и исследование прецизионной штамповки зубчатых венцов конических передач» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

СЛУШАЛИ:

Защиту диссертации соискателя Низамова Равиля Салимовича на тему: «Разработка и исследование прецизионной штамповки зубчатых венцов конических передач» по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки).

Официальные оппоненты:

- Сосёнушкин Евгений Николаевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры систем пластического деформирования федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», г. Москва (положительный отзыв);

- Пасынков Андрей Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Механика и процессы пластического формоизменения»

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет», г. Тула (положительный отзыв).

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, (положительный отзыв).

На автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные.

В порядке обсуждения и защиты диссертации вопросы задавали следующие члены совета: д.т.н., профессор Лавриненко В.Ю., д.т.н., профессор Савин Л.А., д.т.н., профессор Тарапанов А.С., д.т.н., доцент Дорохов Д.О., д.т.н., доцент Лавриненко Ю.А., д.т.н., профессор Радченко С.Ю.

В дискуссии приняли участие: д.т.н., профессор Вдовин С.И., д.т.н., профессор Лавриненко В.Ю., д.т.н., профессор Радченко С.Ю.

#### ПОСТАНОВИЛИ:

1. На основании результатов тайного голосования присудить Низамову Равилю Салимовичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки) (проголосовали «за» - 17, «против» - нет, «недействительных бюллетеней» - нет).

2. Утвердить заключение диссертационного совета с учетом внесенных поправок.

3. Материалы по защите диссертации направить в Высшую аттестационную комиссию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации на утверждение.

Председатель  
Диссертационного совета  
24.2.353.02, д.т.н., проф

Ученый секретарь  
Диссертационного совета  
24.2.353.02, к.т.н.



Голенков В.А.

Кожус О.Г.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.353.02,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА» МИНИСТЕРСТВА  
НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,  
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 15.06.2023 г. №5/з

**О присуждении НИЗАМОВУ РАВИЛЮ САЛИМОВИЧУ,  
гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата  
технических наук.**

Диссертация «Разработка и исследование прецизионной штамповки зубчатых венцов конических передач» по специальности 2.5.7 Технологии и машины обработки давлением (технические науки) принята к защите 10 апреля 2023 г., протокол №5/р диссертационным советом 24.2.353.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95), приказ о создании диссертационного совета № 1057/ нк от 20 октября 2021 г.

Соискатель Низамов Равиль Салимович, 15 мая 1985 года рождения.

С 2017 по 2021 гг. обучался в аспирантуре очной формы обучения Набережночелнинского института (филиала) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

В настоящее время Низамов Равиль Салимович работает в должности начальника технологического отдела обработки металлов давлением кузнечного завода ПАО «КАМАЗ». В периоды с 01.09.2020г. по 30.06.2021г, с 01.09.2021г. по 30.06.2022г., с 01.09.2022г. по настоящее время работает в ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет» в г. Набережные Челны на кафедре машиностроения на должности доцента по совместительству.

Диссертация выполнена на кафедре машиностроения в Набережночелнинском институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский

(Приволжский) федеральный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Панкратов Дмитрий Леонидович, Набережночелнинский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет», кафедра машиностроения, профессор.

Официальные оппоненты:

Сосёнушкин Евгений Николаевич, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», кафедра систем пластического деформирования, профессор;

Пасынков Андрей Александрович, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», кафедра «Механика и процессы пластического формоизменения», доцент.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Мехатронные системы» Щенятским А.В., кандидатом технических наук, исполняющим обязанности заведующего кафедрой «Технологии и оборудование машиностроительных производств» Тепиным Н.В. и утвержденным исполняющим обязанности ректора, кандидатом технических наук, доцентом Губертом А.В., указала, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая задача повышения эксплуатационных свойств и размерной точности зубчатых венцов конических шестерён, полученных прецизионной штамповкой без механической обработки. Результаты диссертационной работы могут использоваться при разработке процесса прецизионной штамповки конических шестерён с зубчатым венцом без последующей механической обработки в различных отраслях машиностроения, особенно в автомобилестроении, где предъявляются повышенные требования к мощности и грузоподъёмности грузовых автомобилей.

Соискатель имеет по теме диссертации 14 печатных работ, в том числе 3 статьи в журналах, входящих в «Перечень периодических изданий, рекомендованных ВАК России», 4 статьи SCOPUS, 1 статья Web of Science, а

также 6 статей в материалах международных, всероссийских и республиканских конференций.

Все научные публикации отражают основные материалы диссертации, обладают новизной и подготовлены соискателем в соавторстве. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Обоснование требований к точности заготовки для прецизионной штамповки шестерен / В. Г. Шibaков, Д. Л. Панкратов, Р. А. Хайруллин, Р.С. Низамов // Заготовительные производства в машиностроении. – 2019. – Т. 17, № 7. – С. 310-312.

2. Особенности формирования служебных свойств зубчатых передач, получаемых прецизионной штамповкой / В. Г. Шibaков, Д. Л. Панкратов, Р. В. Шibaков, Р. С. Низамов // Черные металлы. – 2020. – № 7 (1063). – С.40-45.

3. Выбор рациональной системы переходов при прецизионной штамповке зубчатого венца шестерен / Р. А. Хайруллин, Р. С. Низамов, Д. Л. Панкратов, В. Г. Шibaков // Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2017: Материалы VIII Международной научно-технической конференции, Казань, 06–08 декабря 2017 года. Том Часть 1. – Казань: Акционерное общество "Казанский научно-исследовательский институт авиационных технологий", 2017. – С. 145-147.

На диссертацию и автореферат поступило 8 положительных отзывов, содержащих следующие замечания:

**1. Сосёнушкин Евгений Николаевич**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН», профессор кафедры систем пластического деформирования, официальный оппонент: 1) Какие пресса применяются в процессах штамповки увеличенной точности? Их модели, технические характеристики, жесткость. 2) Не приводится обоснование применения для данного исследования метода планирования эксперимента. 3) При моделировании осадки цилиндрических образцов с припуском различной конфигурации не учитывается напряжённое состояние в контактной области калибровочного штампа. 4) Не указан вид термической обработки горячештампованных поковок перед очисткой дробью и холодной калибровкой. 5) Отсутствует обоснование применения типов смазки при холодной калибровке. 6) Не оценено изменение стойкости штампа для разработанного технологического процесса. 7) Как скажется на стоимости

изготовления штампа необходимость обеспечения припуска выпуклой формы припуска? 8) Плохо читаются значения отклонений на рисунке 49.

**2. Пасынков Андрей Александрович**, кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тульский государственный университет», доцент кафедры «Механика и процессы пластического формоизменения», официальный оппонент: 1) Теоретический анализ основных существующих способов получения зубчатого венца шестерён пластическим деформированием следовало расширить. В частности, необходимо добавить схему сферодвижной штамповки и подробнее описать, и представить схемы вариантов формообразующей осадки, рассмотренные в главе 3. 2) На странице 64 диссертационной работы представлены полученные уравнения регрессии для вычисления значения радиуса припуска выпуклой формы, но не приводятся ни матрица планирования, ни промежуточные результаты расчетов. 3) Из текста диссертационной работы не ясно, на сколько применимы результаты моделирования калибровки цилиндрической заготовки к калибровке рабочей поверхности зубьев венца. 4) Не ясно, на сколько корректные результаты дает программный комплекс QFOORM для оценки точности заготовок (изменение квалитетов) на качество штамповки. 5) Не приводятся технические характеристики сканера, на котором осуществлялся контроль размеров штампа и готовой поковки. 6) Не ясно, как учтено перераспределение объема металла при калибровке припуска зубчатого венца шестерён.

**3. Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск: 1) в описании актуальности автор не уделил внимания возможности улучшения конструкции конических шестерён и межосевого дифференциала. 2) в работе отсутствует оценка стойкости калибровочного штампа. 3) отсутствует экономическая оценка предложенной технологии прецизионной штамповки.

**4. Волков Д.И.**, д-р. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Мехатронные системы и процессы формообразования имени С.С. Силина» ФГБОУ ВО «Рыбинский государственный авиационный технический университет имени П.А. Соловьева»: 1) В автореферате отсутствуют указания для какой группы материалов получил расчётные зависимости автор. 2) Не представлено сопоставление результатов расчёта по регрессионным моделям с экспериментальными данными.

**5. Санников В.А.**, д-р техн. наук, доцент по кафедре сопротивления

материалов, заведующий кафедрой «Механика деформируемого тела» ФГБОУ ВО «Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова», почетный работник ВПО РФ: 1) При проведении экспериментальных исследований, обычно, применяются методы планирования эксперимента, теория подобия, обосновываются применяемые критерии подобия, а обработка результатов даётся в виде критериальных уравнений. В автореферате такой подход раскрыт не полностью. 2) Из автореферата не ясен диапазон изменения значений напряжений (уровня деформаций), какими отношениями между компонентами тензоров обеспечивается качество технологического процесса холодной калибровки выпуклой конфигурации припуска. 3) В автореферате следовало бы более подробно описать технологический процесс прецизионной штамповки (вид термической обработки, длительность очистки дробью и др.)

**6. Платов С.И.**, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и технологии обработки металлов давлением» ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»: 1) Не ясно, каким образом были подобраны коэффициенты трения при моделировании холодной калибровки для каждого варианта смазки: стеарат цинка с коэффициентом трения 0,1; водно-графитовая смесь с коэффициентом трения 0,2; минеральное масло с коэффициентом трения 0,3?

**7. Мороз Б.С.**, д-р техн. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Центра научных компетенций ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», **Вовченко А.В.**, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Технологии формообразования и художественная обработка материалов» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» : 1) Представляется неудачным формулировка в теме работы сочетания «...прецизионной штамповки...» применительно к горячей его форме, когда фактически идёт речь о холодной калибровке. Применительно к операции горячей штамповки, с учётом выполненных исследований, более уместен термин повышенной точности, т.к. упоминается незначительное дефектообразование на рабочих поверхностях зубьев, которое с понятием прецизионности в некоторой степени конфликтует. 2) Не приводятся сравнительные показатели изменения технологической себестоимости изготовления шестерён по предложенной технологии с учётом стоимости и стойкости дополнительной оснастки по сравнению с базовой технологией.

**8. Гречников Ф.В.**, академик РАН, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой обработки металлов давлением ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева», **Михеев В.А.**, д-р техн. наук, профессор кафедры обработки металлов

давлением ФГБОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева»: 1) Не рассматривается технологический процесс изготовления конических шестерён методом сферодвижной штамповки, основанных на локальном приложении деформирующей нагрузки, в результате чего отдельные участки заготовки подвергаются пластическому формообразованию..

Выбор официальных оппонентов обосновывается высоким профессионализмом и широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций по выполненным исследованиям, близким к тематике работы соискателя, и, таким образом, способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также отсутствием совместных проектов и печатных работ.

Выбор ведущей организации обосновывается лидирующим положением ФГБОУ ВО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» в области расчета, проектирования и исследования возможностей повышения конструкционной прочности деталей, полученных объемной штамповкой с использованием локального очага пластической деформации.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

***разработан*** новый научно-обоснованный процесс получения зубчатых венцов конических передач, обеспечивающий требуемую точность и упрочнение рабочих поверхностей изделия, состоящий из горячей объёмной штамповки и последующей холодной калибровки повышенной точности

***предложена*** выпуклая форма припуска на поверхностях зубьев горячештапованной поковки, обеспечивающая их упрочнение и постепенный рост силы деформирования в процессе устранения выпуклости холодной калибровкой;

***определен*** рациональный диапазон высоты припуска выпуклой формы на зубчатых венцах, при деформировании которого в процессе калибровки не образуются дефекты типа складок и поднутрений.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**  
***доказаны:***

– влияние формы и размеров припуска под холодную калибровку на получение рационального напряжённо-деформированного состояния по сечению зубьев конических шестерён без образования дефектов типа складок и поднутрений в процессе калибровки;



– возможность достижения повышенных размерной точности и эксплуатационных свойств зубчатого венца конических шестерён процессом прецизионной штамповки (горячая объёмная штамповка и последующая холодная калибровка повышенной точности);

**применительно к проблемам, обозначенным в диссертации результативно использованы** системный подход, базовые положения теории пластичности, механики сплошных тел, конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния, теории планирования и проведения экспериментов.

**изложены:**

– системный подход с применением метода экспертных оценок, представленный в виде матрицы значимости параметров системы {М-материал, З-заготовка, О-оборудование, Т-технология, И-инструмент, П-персонал, С-среда} с точки зрения точности и качества поверхности получаемых поковок;

– технологические приёмы, уменьшающие возможность появления дефекта типа вкатанная или заштампованная окалина при горячей штамповке;

– решение задачи с использованием методологии многофакторного эксперимента варьированием факторов на двух уровнях - размеров припуска, степени деформации и температуры калибровки.

**изучены:**

– влияние факторов технологического процесса объёмной штамповки на обеспечение точности и качества поверхности получаемых поковок;

– принципы назначения рационального перехода осадки при горячей объёмной штамповке с целью повышения качества поверхности зубчатого венца;

– основные закономерности изменения напряжённо-деформированного состояния при калибровке припуска выпуклой формы в виде регрессионной зависимости от размеров припуска, степени деформации и температуры.

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

**использование** полученных теоретических уравнений для определения размеров припуска, степени деформации и температуры калибровки позволяет разрабатывать технологический процесс и проектировать штамповую оснастку для производства конических шестерён с зубчатым венцом, не требующим последующей механической обработки;

**разработаны и внедрены** в научный, производственный и учебный процессы:

– комбинированный процесс прецизионной штамповки (горячая объёмная штамповка и последующая холодная калибровка повышенной точности) зуб-

чатых венцов без механической обработки, позволяющий добиться сохранения сформировавшейся штамповкой волокнистой макроструктуры, повторяющей форму зуба;

– технологические приёмы, существенно уменьшающие появление дефекта типа вкатанная или заштампованная окалина при горячей штамповке;

– рекомендации по проектированию технологических процессов и штампового инструмента для прецизионной штамповки зубчатых венцов конических шестерён;

***определены:***

– параметры обеспечения рационального напряжённо-деформированного состояния при холодной калибровке выпуклой конфигурации припуска;

– рациональный диапазон высоты припуска выпуклой формы под холодную калибровку зубчатого венца в зависимости от условий контактного трения.

***созданы*** опытные образцы шестерён со штампованным зубчатым венцом без последующей обработки резанием. Экспериментально доказана работоспособность предложенного технического решения и показано повышение в 2,5 раза долговечности межколесного дифференциала, укомплектованного шестернями, изготовленными методом прецизионной штамповки, по сравнению с межколесным дифференциалом, укомплектованным шестернями, зубья которых получены обработкой резанием;

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

***для экспериментальных работ*** результаты исследования макро- и микроструктуры зубьев шестерён, полученных при опытной штамповке, и стендовых испытаний получены в лаборатории на аттестованном оборудовании;

***теория*** построена с использованием известных положений теории пластичности;

***идея базируется*** на обобщении общепризнанных фактов передового отечественного и зарубежного опыта в области повышения точности и эффективности технологических процессов объёмной штамповки;

***использованы*** результаты исследования особенностей формоизменения, напряжённого и деформированного состояния, произведенного методом конечных элементов в программе QForm и данные многофакторного эксперимента.

**Личный вклад соискателя состоит** в непосредственном участии автора на всех этапах подготовки диссертационной работы, включая: 1) выполнение теоретических и экспериментальных исследований, включая имитационное моделирование процессов горячей объёмной штамповки и холодной калибровки; 2) разработку технологического процесса прецизионной штамповки

и его реализацию в производстве; 3) лабораторные исследования макро- и микроструктуры полученных образцов; 4) анализ и обобщение полученных данных.

Соискатель Низамов Р.С. ответил на все задаваемые вопросы, привел собственную аргументацию, касающуюся разработанных им новых технических и технологических решений.

На заседании 15 июня 2023 года диссертационный совет за научно обоснованные технологические решения, направленные на получение конических колёс прецизионной штамповкой, позволяющей исключить механическую обработку зубчатых венцов и улучшить их эксплуатационные свойства, что является решением задачи, имеющей важное значение в автомобилестроении, принял решение присудить Низамову Р.С. учёную степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 2.5.7. Технологии и машины обработки давлением (технические науки), участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту - 0 человек, проголосовали: за – 17 человек; против – 0 человек; недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета  
24.2.353.02,

доктор технических наук,  
профессор



  
Голенков Вячеслав Александрович

Ученый секретарь диссертационного совета

24.2.353.02,

кандидат технических наук

  
Кожус Ольга Геннадьевна

Дата: 15.06.2023 г.