

ОТЗЫВ

официального оппонента

д.т.н., профессора Димитрова Валерия Петровича
на диссертационную работу Никольского Сергея Михайловича
на тему «Методика оценки показателей качества цилиндрических
прямозубых колес на универсальных координатно-измерительных машинах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.22 – Управление качеством продукции.
Стандартизация. Организация производства

Актуальность темы диссертации

Проблема обеспечения качества производства зубчатых колес является одной из важнейших, так как такая продукция имеет широчайшее применение в различных отраслях промышленности и других отраслях. Выпускается обширная номенклатура зубчатых колес. При этом важное значение имеет контроль показателей качества данной продукции.

В соответствии с требованиями современных версий стандартов в области качества, связанных с расширенным применением информационных технологий и цифровизации процессов, необходимо решить ряд задач, направленных на повышение качества процесса оценки множества показателей качества цилиндрических зубчатых колес.

Одним из перспективных подходов решения данной задачи является разработка новых инструментов и комплексных методик оценки качества при управлении процессами производства зубчатых колес.

Поэтому задача изыскания новых методов использования универсальных координатно-измерительных машин (КИМ) в качестве технических средств оценки показателей качества цилиндрических зубчатых колес в соответствии с современными требованиями, с учетом тренда цифровизации, учитывающими условия мелкосерийного производства, является актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций, выдвинутых автором, подтверждается, во-первых, применением методов системного анализа, методов прикладной метрологии, методологии компьютерного моделирования, анализа экспериментальных данных, и, во-вторых, проверкой выдвинутых положений в производственных условиях.

На основе результатов исследования, автором выделены основные проблемы в обеспечении высокого качества рассматриваемой продукции.

Автор обоснованно выделяет задачи, связанные с процессом оценки показателей качества зубчатых колес в условиях мелкосерийного производства.

Значительный научный интерес представляет содержание комплексной методики, направленной на совершенствование процесса оценки показателей качества зубчатых колес с использованием универсальных КИМ.

Комплексная методика проведения процесса оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес позволяет повысить оперативность и адекватность полученных количественных оценок показателей качества, снизить риски влияния человеческого фактора в формировании погрешности измерений.

Подтверждением обоснованности рекомендаций и выводов являются результаты производственных проверок, выполненных автором, и документы о внедрении методических рекомендаций в производство. Обоснованность полученных результатов подтверждается корректным применением различных типов математического аппарата и методов прикладной метрологии, а также достаточным обсуждением результатов научно-исследовательской работы на международных и национальных конференциях.

Научная новизна диссертации

Автором на основе системного анализа выявленной проблемы, проведения теоретических и экспериментальных исследований, синтеза новых знаний, разработаны существенные составляющие комплекса методик оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес, а также анализа результатов оценки.

Новизной обладает методика формирования оценочных показателей качества зубчатых колес и их количественных характеристик с использованием универсального измерительного оборудования.

Новизной обладают алгоритмы обработки результатов измерений показателей качества на основе обработки координатных параметров.

Практическая значимость диссертации

Существенным значением для практики являются следующие научные результаты:

- методическое и алгоритмическое обеспечение процесса оценки различных показателей качества зубчатых колес;
- программный инструментарий обработки экспериментальных данных и оценки результатов контроля зубчатых колес.

Результаты проведенных исследований по оценке качества партий зубчатых колес внедрены на АО «АК «Туламашзавод» (г. Тула) и АО «Тулаточмаш» (г. Тула), а также использованы на предприятиях ООО «Станкотехника» (г. Тула), АО «КБП им. академика А. Г. Шипунова» (г. Тула), ООО «Сфера» (г. Тула).

Оценка содержания диссертации и ее оформления

Во введении представлено обоснование актуальности работы, описание основных положений, выносимых на защиту, а также краткая характеристика диссертации.

Глава 1 «Методы и средства оценки показателей качества зубчатых колес» содержит краткую характеристику рассматриваемой проблемы. Приводится краткий обзор и анализ задач оценки качества зубчатых колес, сформулированы цель и задачи исследования.

Глава 2 «Координатный метод контроля показателей качества зубчатых колес» содержит изложение обоснования возможности и целесообразности использования координатного метода для оценки показателей качества зубчатых колес, а также разработана стратегия оценки показателей качества боковых поверхностей зубьев.

Глава 3 «Разработка методики составления управляющей программы при оценке показателей качества зубчатых колес» включает описание методик формирования и проведения оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных КИМ.

Глава 4 «Разработка методики и программного обеспечения процесса оценки результатов измерений» содержит описание модели обработки результатов измерений, а также алгоритмов и программного обеспечения для обработки результатов оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес в соответствии с требованиями ГОСТ 1643-81 и ГОСТ ISO 1328-1-2017.

Представлены количественные оценки эффективности предлагаемых разработок.

Глава 5 «Практическая реализация результатов исследований» содержит описание результатов контроля качества продукции с использованием разработанной методики.

В приложении приведены документы, подтверждающие практическое использование результатов исследований.

Диссертация изложена на 156 страницах машинописного текста, включает 6 приложений на 9 страницах, содержит 22 таблицы, 90 рисунков. Список использованных источников состоит из 108 наименований.

Диссертация достаточно иллюстрирована для понимания сути излагаемого материала и оценки полученных результатов.

Цель исследований, объект исследований, предмет исследований сформулированы в соответствии с содержанием диссертации.

Основные выводы и положения, выносимые на защиту, сформулированы в соответствии с фактическим содержанием диссертации и полученными результатами.

Задачи исследования соответствуют поставленной цели.

Оценка степени завершенности диссертации, соответствия публикаций, автореферата основным положениям диссертации

Диссертация является завершенной работой, основные результаты которой опубликованы в 11 научных трудах (лично и в соавторстве), из которых 7 статей опубликованы в периодических изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, а также 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Опубликованные соискателем работы в рецензируемых изданиях в полной мере соответствуют теме диссертационного исследования.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Результаты диссертационной работы широко представлены на конференциях различного уровня. В опубликованных работах изложены основные результаты теоретических исследований и апробации практических рекомендаций.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Результаты диссертации Никольского С.М. соответствуют следующим областям и пунктам исследований паспорта специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства: п.5. Методы оценки качества объектов, стандартизации и процессов управления качеством.

п.9. Разработка и совершенствование научных инструментов оценки, мониторинга и прогнозирования качества продукции и процессов.

Следовательно, область исследований рассматриваемой диссертационной работы соответствует Паспорту научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Замечания по диссертации

1. Не корректное названия 3 и 4 глав диссертации, а также нумерация пунктов в главе 5.

2. В работе целесообразно рассмотреть анализ причин появления отклонений показателей качества, например, с использованием диаграммы Ишикавы.

3 Не представлен подробный статистический анализ экспериментальных данных. Делая вывод о достоверности каких-либо результатов измерений, целесообразно указать доверительную вероятность.

4. Автор отмечает, что «... процессы механической обработки ... являются стабильными во времени...». Стр.130: по результатам контроля выборки из 16 зубчатых колес не совсем корректно делать вывод о стабильности процесса.

5. В главе 2 целесообразно представить доказательный материал об утверждениях: - «... для достаточной достоверности контрольне менее чем на 3 зубьях...»; - «... для определения радиального биения необходимо как минимум 4 точки измерения» - « ... делает необходимым проведение оценки 9 зубьев ...»; в главе 4 – «...число контрольных впадин должно быть не менее 6».

6. Не представлены размерности составляющих формул (глава 4).

7. Одним из результатов исследований является разработка программного обеспечения (глава 4). Было бы целесообразно описать основные части архитектуры программной системы.

8. В главе 5 и в выводах необходимо раскрыть суть эффекта от использования рекомендаций соискателя.

9. Редакционные замечания. По тексту диссертации и автореферата встречаются отдельные неточности, включая, стилистические. Например, на стр. 82 и 84 подрисуночные надписи расположены на следующих страницах. – На стр.24. указано «... устарели и потеряли свои метрологические характеристики...»? Что это значит?

Отмеченные замечания существенно не снижают уровня рассматриваемой диссертации Никольского С.М., выполненной на достаточно высоком научно-техническом уровне.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертация С.М. Никольского является самостоятельной завершенной научно-исследовательской работой, в которой изложены научно обоснованные решения по повышению результативности процесса оценки качества цилиндрических зубчатых колес в условиях мелкосерийного производства.

Полученные в результате исследований выводы и рекомендации по совершенствованию комплексного алгоритмического и программного инструментария оценки показателей качества зубчатых колес на основе универсальных КИМ обладают научной новизной и практической ценностью. Результаты, полученные в диссертационной работе, внедрены в производство.

Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым к рукописям подобных работ. На заимствования из других источников даны соответствующие ссылки.

Данную работу можно классифицировать как решение актуальной научно-практической задачи – повышение результативности использования универсальных систем контроля типа КИМ при оценке качества изготовления зубчатых колес, имеющей важное народнохозяйственное значение.

Цель, поставленная в работе, достигнута, при этом внесен вклад в теорию и практику управления процессами оценки качества зубчатых колес в области машиностроения.

Выполненные теоретические и экспериментальные исследования характеризуют С.М. Никольского как сформировавшегося, зрелого научного работника, умеющего самостоятельно ставить и решать научные задачи.

Диссертация «Методика оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных координатно-измерительных машинах», соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Никольский Сергей Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22 – Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор,
заслуженный работник высшей школы Российской Федерации.

Действительный член «Академии проблем качества».

(научная специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве),

почтовый адрес: 344000, Ростов-на-Дону. пл. Гагарина, 1, ДГТУ,
тел. 8 (863) 238-15-10

адрес электронной почты: kaf-qm@donstu.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет».

Заведующий кафедрой

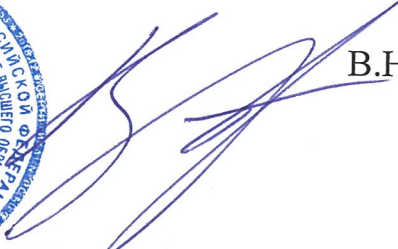
«Управление качеством»

« 20 » мая 2025 г.

 В.П. Димитров

Подпись заведующего кафедрой «Управление качеством, д.т.н., профессора
Димитрова В.П. удостоверяю
Ученый секретарь Ученого совета



 В.Н. Анисимов

В диссертационный совет 24.2.417.06
на базе ФГБОУ ВО ТулГУ
300012, Тульская область, г. Тула,
проспект Ленина, д. 92

ОТЗЫВ

официального оппонента Антиповой Ольги Игоревны
на диссертацию Никольского Сергея Михайловича
«Методика оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес
на универсальных координатно-измерительных машинах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.5.22. Управление качеством продукции.
Стандартизация. Организация производства

Актуальность темы исследования

Диссертационная работа Никольского С.М. «Методика оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных координатно-измерительных машинах» является актуальной, поскольку в ней приведены результаты исследований, обоснованные необходимостью повышения результативности процесса оценки показателей качества зубчатых колес в условиях мелкосерийного, ремонтного и опытного производства.

Зубчатые колеса являются неотъемлемым элементом современной высокотехнологичной техники как специального, так и военного назначения, что особо актуально в последние годы. Качество изготовления зубчатых колес оказывает прямое влияние как на качество изделия, так и на качество выполнения им своего функционального назначения.

Соискатель показывает, что оценка показателей качества зубчатых колес достаточно сложная задача, требующая современных решений, в том числе использования специального высокоточного и дорогостоящего оборудования на базе вычислительных комплексов.

Соискатель верно пишет о том, что в отличие от массового и крупносерийного производства зубчатых колес, использование такого оборудования в условиях мелкосерийного и единичного производства становится слишком затратным и экономически не эффективным.

Для решения данной проблемы предлагается рассмотреть возможность использования универсальных координатно-измерительных машин (КИМ), обеспечивающих достаточно высокую точность измерений. Однако, как отмечает автор диссертации, для практической реализации предложенного решения, отсутствуют необходимые инструменты, которые позволят результативно реализовать оценку показателей качества цилиндрических прямозубых колес. Эта проблема, может быть разрешена путем разработки соответствующей методики оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес, а

также методического и программного обеспечения для обработки результатов такой оценки.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы из 108 источников и 6 приложений. Работа изложена на 156 страницах машинописного текста, включает 90 рисунков, 22 таблицы.

Во введении соискатель обосновывает актуальность выбранной темы и степень ее разработанности, определяет цель и задачи работы, формулирует научную новизну, теоретическую и практическую значимость работы, методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и сведения об апробации результатов.

В первой главе соискатель проводит обзор и анализ исследований, посвященных проблеме оценки показателей качества зубчатых колес, определяет цель работы, формулирует задачи исследования.

Выполненный анализ научных работ по проблеме проведения оценки показателей качества зубчатых колес позволил установить, что преимущественно, основная масса методов такой оценки предполагает использование узкоспециализированного дорогостоящего оборудования, эксплуатация которых, с экономической стороны эффективна лишь при значительных объемах выпускаемой продукции в условиях массового и крупносерийного производства.

Для уменьшения затрат различного вида ресурсов при оценке показателей качества зубчатых колес в условиях мелкосерийного производства, соискателем было предложено выполнять такую оценку с использованием высокоинтегрированных систем, типа универсальных КИМ.

Соискателем был выполнен анализ параметров зубчатых колес наиболее часто используемых в составе изделий как общепромышленного, так и специального назначения, были установлены основные показатели качества, наиболее полно характеризующих качество изготовления зубчатых колес.

На основе имеющихся характеристик КИМ, соискателем проведен анализ, подтверждающий достаточность показателей точности универсальных КИМ для оценки наиболее используемого диапазона значений выделенных показателей качества цилиндрических прямозубых колес.

Во второй главе соискатель обосновывает возможность использования координатного метода, положенного в основу эксплуатации универсальных КИМ, для оценки показателей качества зубчатых колес и разрабатывает стратегию оценки показателей качества боковых поверхностей зубьев.

Необходимо отметить значимость проведенной соискателем работы в данной главе, которая позволила установить, что реализуемый на КИМ координатный метод в значительной степени позволяет оценить качество изготовления зубчатых колес, а разработанная стратегия такой оценки способствует

снижению трудоемкости проводимых операций, что оказывает положительное влияние на повышение результативности процесса оценки показателей качества зубчатых колес.

В третьей главе соискатель предлагает разработанные методики формирования и проведения оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных КИМ. Методики устанавливают порядок проведения автоматизированных измерений на КИМ, а также последовательность выполнения сопутствующих таким измерениям расчетов.

В четвертой главе соискатель предлагает разработанное методическое и программное обеспечение для обработки результатов оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес в соответствии с требованиями нормативной документации.

Приведены методики оценки выделенных ранее основных показателей качества цилиндрических прямозубых колес, положенные в основу разработанного программного обеспечения. Соискателем приводится подробное описание алгоритма работы программы.

Представлены результаты оценки показателей качества зубчатых колес на примере реальных деталей.

В пятой главе представлен разработанный комплект из пяти методических инструкций по оценке показателей качества зубчатых колес: МИ 01-24 «Алгоритм расчета координат точек контроля боковой поверхности зубчатого колеса»; МИ 02-24 «Алгоритм контроля расположения расчетных координат контрольных точек на боковой поверхности зубчатого колеса»; МВИ 03-24 «Контроль геометрических параметров зубчатых колес с применением универсальных координатно-измерительных машин»; МИ 04-24 «Алгоритм обработки массива координат измеренных точек боковой поверхности зубчатого колеса»; МИ 05-24 «Алгоритм оценки результатов контроля зубчатого колеса»

Приведены результаты практической реализации методического и программного обеспечения для оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на профильных предприятиях – ООО «Станкотехника», АО «КБП им. академика А. Г. Шипунова», ООО «Сфера».

Комплексная апробация и внедрение предложенных научно-технических решений повышения результативности процесса оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес осуществлены на предприятиях АО «АК «Туламашзавод» и АО «Тулаточмаш» в виде комплекта методических инструкций.

Научная новизна

Научную новизну диссертации определяют разработанные методические подходы и инструментарий, направленные на повышение результативности процесса оценки показателей качества зубчатых колес за счет разработки

соответствующего инструментария. Научные результаты, определяющие новизну диссертационного исследования:

- разработаны методики формирования и проведения процесса оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных КИМ, которые отличаются от известных отсутствием необходимости использования специального измерительного оборудования;

- разработано методическое и программное обеспечение для обработки результатов оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес в соответствии с требованиями ГОСТ 1643-81 и ГОСТ ISO 1328-1-2017, отличающегося от известных возможностью обработки координатных параметров.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы заключается, прежде всего, в том, что соискатель предложил концепцию и инструментарий повышения эффективности эксплуатации универсальных КИМ на основе расширения их эксплуатационных возможностей, которые углубляют и конкретизируют область применения управления качеством продукции, стандартизации, организации производства, как области науки и техники, в сфере решения задач производства прямозубых зубчатых передач.

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в том, что соискателем сформирован подход к решению задачи оценки показателей качества цилиндрических прямозубых зубчатых колес с применением универсальных КИМ. Автором диссертации были разработаны методические инструкции, позволяющие персоналу службы менеджмента качества предприятия освоить разработанную методику оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных КИМ. Практическое использование разработанного методического и программного обеспечения для обработки результатов оценки показателей качества зубчатых колес способствует снижению трудоемкости выполняемых операций, снижает риски возникновения погрешностей, связанных с влиянием человека, минимизирует элементы его субъективности, что положительно сказывается на общей результативности процесса оценки показателей качества зубчатых колес.

Степень достоверности результатов исследования обусловлена использованием фундаментальных теоретических положений, адекватностью разработанных математических моделей, методик и программ, проведенных экспериментальных исследований, использованием современного научного оборудования, а также практической реализацией на профильных предприятиях. В работе соискателем были использованы научные положения всеобщего управления качеством, метрологии и математической статистики.

Соответствие автореферата диссертационной работе

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертационной работы, раскрывает основные положения научного исследования и полученные результаты.

Замечания

1. В формулировке актуальности темы диссертационного исследования целесообразно привести несколько примеров того, в каких изделиях общепромышленного и специального назначения применяются рассматриваемые зубчатые колеса, какое функциональное назначение они выполняют, на какие эксплуатационные показатели и характеристики влияет качество их изготовления.

2. При подведении итогов диссертационного исследования, целесообразно указать ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения результатов работы на профильных предприятиях.

3. В главе 3 разработаны и описаны методики контроля расположения расчетных координат контрольных точек на боковой поверхности зубчатого колеса, проведения измерений, обработки массива координат измеренных точек боковой поверхности зубчатого колеса, но не хватает стандартных операционных процедур с пошаговой инструкцией или алгоритмов для выполнения этих работ конечным исполнителем.

4. Отдельным элементам исследования уделяется мало внимания, например, недостаточно описано обоснование выбора перечня параметров качества для контроля зубчатых колес (радиальное биение зубчатого венца (F_{rr}), колебание длины общей нормали (F_{uWr}), отклонение шага зацепления (f_{Pbr}), погрешность профиля зуба (F_{fr}), погрешность направления зуба (F_{Br}), фактическое наименьшее дополнительное смещение исходного контура (E_{Hr}) (стр. 21-22).

5. Интересным решением диссертационного исследования является разработанное программное обеспечение для обработки результатов оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес в соответствии с требованиями ГОСТ 1643-81 и ГОСТ ISO 1328-1-2017 на основе методики оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных координатно-измерительных машинах с использованием координатного метода. Однако, не установлены требования к уровню компетенций специалиста, который может выполнять эти операции и каким образом предполагается обучение таких сотрудников?

Приведенные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение

На основании вышеизложенного считаю, что диссертация Никольского Сергея Михайловича «Методика оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес на универсальных координатно-измерительных машинах» является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных исследований разработан инструментарий в виде мето-

дик, методического и программного обеспечения для повышения результативности процесса оценки показателей качества цилиндрических прямозубых колес с использованием универсальных КИМ в условиях мелкосерийного, ремонтного, опытного производства, что имеет важное значение для развития машиностроительной отрасли России.

Диссертационная работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Никольский Сергей Михайлович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.22 Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства.

Официальный оппонент:


22.05.2025

Антипова Ольга Игоревна

Кандидат технических наук (специальность 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции), директор ООО «ШКОЛА МАСТЕРОВ»

Контактные данные:

Общество с ограниченной ответственностью «ШКОЛА МАСТЕРОВ», 445040, Самарская область, г. Тольятти, пр. Степана Разина, 23, тел. 8(9276)182-192, E-mail: olechkane@bk.ru

Подпись директора ООО «ШКОЛА МАСТЕРОВ», к.т.н. Антиповой Ольги Игоревны удостоверяю

Заместитель директора



С.Б. Лаптева