

ОТЗЫВ

официального оппонента к.т.н., доцента Вдовина Дениса Сергеевича на диссертацию Вахитова Александра Рафаельевича «Обеспечение заданного уровня качества рулевых наконечников автомобиля путем совершенствования процесса проектирования на основе методов стандартизации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции

1. Актуальность

Сегодня в автомобилестроении конкурентоспособность предприятия, выпускающего автомобильные компоненты и агрегаты, определяется его способностью выводить свой продукт на рынок в кратчайшие сроки и при этом ставить планку качества изделий на недостижимый уровень для соперников. Практика показывает, что в автомобильной отрасли, а также и многих других промышленных областях, только считанные единицы компаний-поставщиков занимают до 95% всего рынка, оставляя далеко позади всех остальных конкурентов. Шанс завоевать значимую часть рынка таких автокомпонентов как элементы рулевого управления массово выпускаемых автомобилей есть только у тех компаний и организаций, которые вкладывают усилия и средства в научно-обоснованные методы повышения качества, самостоятельно разрабатывают новые подходы к процессам всего жизненного цикла изделий, в том числе наиболее наукоемкого из них – процесса проектирования.

Данная диссертация посвящена научному подходу к выявлению и описанию ключевых этапов процесса проектирования, их стандартизации и упорядочению в единую систему обеспечения качества будущих изделий. Стандартизация процесса проектирования выполнена на примере рулевых наконечников рулевого управления легковых и легких коммерческих автомобилей. Таким образом, тема и направление работы по развитию методов стандартизации процесса проектирования с целью обеспечения

ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ОТДЕЛЕ ДЕЛОПРОИЗВОДСТВА ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»	
№	
Дата регистрации	22.11.2021
Фамилия регистратора	

качества изделий – рулевых наконечников – являются актуальными и находятся на передовом крае современной прикладной науки.

2. Научная новизна

Научную новизну имеют следующие полученные автором результаты.

1. Созданный упорядоченный и систематизированный по предложенной автором классификации комплекс из существующих у потребителей технических требований к рулевым наконечникам автомобиля.
2. Методика проектирования рулевых наконечников, отличающаяся тем, что:
 - построена на основе оригинальной авторской многоуровневой структуры информации о ключевых этапах процесса проектирования;
 - отвечает требованиям стандартов системы менеджмента качества ISO9000, IATF 16949:2016;
 - изложена в виде комплекса методических инструкций по качеству проектируемых рулевых наконечников автомобиля.
3. Оригинальная математическая модель статических испытаний шарового пальца на изгиб, построенная с использованием метода конечных элементов, включающая в себя модель трения в виде нелинейной зависимости силы трения от расстояния скольжения.
4. Оригинальная математическая модель, описывающая процесс опрессовки внутреннего рулевого наконечника, позволяющая расчетным путем определять максимальное потребное усилие опрессовки и другие функциональные требования данного процесса.

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Вывод об отсутствии методик реализаций требований стандартов менеджмента качества в отношении процесса проектирования и управления знаниями представляется достоверным и обоснованным из обзора и анализа этих требований, сделанными автором в условиях реального производства АО

НПО «БелМаг», непосредственно работающего на рынке автомобильных компонентов.

Вывод автора о недостаточной полноте требований к рулевым наконечникам со стороны Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 и существующего ГОСТа Р 52433-2005 обоснован путем сравнения этих документов с фактическими требованиями потребителей, с которыми работает производитель наконечников. Данное сравнение выявляет целый ряд существенных требований, которые отсутствуют в указанных основополагающих документах. Технический регламент и ГОСТ в основном сосредоточены только на обеспечении требований безопасности, оставляя функциональные требования и требования эксплуатационной надежности на долю производителя. Таким образом, выполненная автором классификация, ранжирование технических требований может стать базой для дальнейшего усовершенствования существующих стандартов на рулевые наконечники автомобилей в части их прочности и надежности, а также вносит существенный вклад в методологию обеспечения высокого качества компонентов рулевого управления.

Вывод об эффективности созданной методики, включающей в себя алгоритм процесса проектирования с систематизацией и селекцией его составляющих частей (объектов стандартизации), многоуровневую структуру документированной информации в виде методических инструкций по качеству доказывается как теоретическими положениями в тексте диссертации, так и практическим результатом снижения отказов и гарантийных возвратов вновь спроектированных рулевых наконечников автомобиля с применением подходов, содержащихся в разработанной методике.

Математическая модель, описывающая статические испытания шарового пальца на изгиб, выполнена с применением метода конечных элементов, неявной процедуры интегрирования. Задача решена в нелинейной статической постановке с геометрической нелинейностью – контактом с трением между

пальцем и крепежной оснасткой, пальцем и нагружающей оснасткой; с физической нелинейностью в виде упруго-пластической билинейной модели материала, что является допустимым для такого класса задач. Большое внимание уделено достоверному определению задаваемых в расчете свойств материалов и методам их получения по измерениям твердости металла, что является залогом достоверности получаемых результатов расчета. Результаты расчетов приведены для существующих шаровых пальцев, которые также подвергались натурным экспериментам. Совпадение результатов расчета и эксперимента говорит о достоверности принятых принципов построения расчётной модели, ее допущениях и методах определения свойств материалов.

Математическая модель, описывающая процесс опрессовки внутреннего рулевого наконечника, выполнена также методом конечных элементов с применением явной процедуры интегрирования, позволяющей моделировать напряженно-деформированные состояния материала с большими деформациями. Использована билинейная модель упруго-пластического поведения материала, что является удовлетворительным для подобного класса расчетов. В контактной модели, реализованной методом штрафов, применена модель кулоновского трения, что является обязательным для данной задачи с точки зрения точности определения максимальной силы опрессовки. Сделано важное допущение в модели об отсутствии значимого влияния на максимальное усилие опрессовки полимерного вкладыша, который участвует в процессе опрессовки реального шарнира при сборке. В результате принятого допущения значительно упрощается модель и вычислительные затраты на расчет. Сравнением расчета и натурального эксперимента и их удовлетворительным совпадением доказана верность такого допущения. Совпадение формы деформированного корпуса после опрессовки в модели и эксперименте также показывает достоверность принятых допущений при моделировании и доказывает применимость разработанного автором подхода к определению потребной формы инструмента с использованием виртуальных испытаний.

4. Практическая значимость

В результате проведенной работы автором получено большое количество практических результатов, представляющих интерес для предприятий, проектирующих и выпускающих наконечники для рулевого управления автомобилей.

Создан стандарт предприятия АО НПО «БелМаг» СТП-ОГК 8.3-02.1 «Управление проектированием продукции: рулевые наконечники автомобиля». В результате его внедрения сокращены сроки проектирования новых рулевых наконечников на 12-16 недель по сравнению с предыдущим опытом создания подобных конструкций.

Создан комплекс методических инструкций по качеству для проектирования рулевых наконечников автомобиля. В результате его применения снижена вероятность конструкторских ошибок и обеспечено высокое качество рулевых наконечников.

Разработанная математическая модель опрессовки внутреннего рулевого наконечника позволила вычислить максимальное потребное усилие необходимого для этой операции пресса и точно сформулировать техническое задание на изготовление сборочной технологической линии для этих изделий.

Практическое применение положений диссертации на производстве АО НПО «БелМаг» позволило добиться низкого уровня дефектности новых наружных и внутренних рулевых наконечников для автомобилей Gazelle Next и LADA XRAY Cross. Данный практический результат подтверждается, в том числе, актом внедрения результатов диссертационной работы в виде готовых изделий наружных и внутренних наконечников для рулевого управления автомобилей LADA XRAY Cross.

По представленной в диссертации методике созданы новые методические инструкции по качеству для групп изделий «Шаровая опора подвески» и «Стойка стабилизатора поперечной устойчивости».

Все указанные выше результаты внедрены на предприятии АО НПО «БелМаг», о чем в тексте диссертации имеется акт внедрения от этого предприятия.

Залогом будущего развития и применения на практике результатов данной диссертационной работы является внедрение методики разработки стандарта предприятия на процесс проектирования новых видов продукции, а также использование вышеописанных численных моделей в учебном процессе в курсах обучения студентов по направлениям подготовки 27.03.01 – Стандартизация и метрология (профиль: Стандартизация, менеджмент и контроль качества) и 27.04.01 – Стандартизация и метрология (профиль: Испытания и сертификация) по дисциплине «Новые технические решения в производстве продукции», о чем в тексте диссертации имеется акт внедрения со стороны МГТУ им. Г.И. Носова.

5. Замечания

1. В работе использовано большое количество аббревиатур, в том числе не на русском языке. Однако в тексте диссертации отсутствует список сокращений, некоторые аббревиатуры не раскрываются в тексте. Данное упущение сильно усложняет понимание текста диссертации и заставляет читать ее вооружившись википедией и поисковиками в интернете, что несколько снижает самостоятельность работы.

2. Обзор и анализ конструктивных особенностей рулевых наконечников автомобиля, технических требований (например, «осевые силы, действующие на рулевые тяги, при парковке и заезде на бордюр могут достигать 25 кН»), а также выводы, сделанные относительно отсутствия в научной литературе методик выполнения требований стандартов менеджмента качества для процесса проектирования, судя по тексту, относятся в основном к рулевому управлению легковых автомобилей. Таким образом неясно: диссертация закрывает только пробел в стандартизации проектирования рулевых наконечников легковых автомобилей или же они рассмотрены как пример. А

выводы и новая методика претендуют на большее число процессов проектирования автомобильных систем (например, двигателя, трансмиссии, несущей и ходовой систем и т.д.)?

3. В методических инструкциях по качеству 2-ого уровня автор заявляет, что проверку требований по усилию вырыва и изгибной прочности пальца необходимо проводить только «одним из двух способов»: расчетным или экспериментальным. Однако в главе о разработке расчетного способа определения указанных величин автор пишет, что моделирование позволяет определять эти усилия и прочность «без изготовления большого числа прототипов для экспериментальных исследований». Таким образом непонятно можно ли обойтись вообще без экспериментов и ограничиться только верифицированной расчетной методикой и сразу запускать прототипы в производство.

4. В разделе 3.3 автор делает вывод, что для достижения равнопрочности шарового пальца, работающего на изгиб, необходимо соблюдать границу тела вращения, описанную кубической параболой. Данный вывод сделан из теории сопротивления материалов и не учитывает то, что шейка шарового пальца находится под непосредственным влиянием зон Сен-Венана от сферической части пальца и заделки пальца. Таким образом утверждение об оптимальности формы в виде кубической параболы неточно. Приведенное на рис. 3.17 напряженное состояние пальца, рассчитанное автором методом конечных элементов, действительно показывает несколько неравномерное распределение эквивалентных напряжений в шейке.

5. В работе отсутствует расчетная оценка влияния на результаты расчета полей допусков геометрических размеров наконечников, а также разброса свойств применяемых материалов. Данная оценка позволила бы более полно оценить верхние и нижние границы показателей качества шарниров.

6. Общая оценка работы

Диссертация Вахитова А.Р. является законченной научной квалификационной работой, выполненной на высоком инженерном уровне и направленной на решение важной научной задачи. Работа вносит значимый вклад в развитие методов проектирования конкурентоспособной качественной автомобильной продукции.

Материалы диссертации изданы в научных статьях журналов из перечня ВАК, других изданиях, а также апробированы на международных и всероссийских конференциях. Имеются патенты на полезные модели на конструкции, созданные в результате проделанной в диссертации работе.

Приведенные в данном отзыве замечания относятся больше к представлению диссертации, а не к её сути и содержанию, и никак не снижают научной ценности проделанной автором работы.

Автореферат полностью соответствует содержанию работы.

Диссертация соответствует критериям ВАК Минобрнауки Российской Федерации и требованиям п.9 «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, а её автор, Вахитов Александр Рафаельевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.23 – Стандартизация и управление качеством продукции.

Официальный оппонент,

Доцент кафедры СМ-10 «Колесные машины» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», кандидат технических наук



Вдовин Денис Сергеевич
тел.: +7(499)263-61-40
vdovin@bmstu.ru

Кандидатская диссертация защищена по специальностям: 05.05.03 – Колесные и гусеничные машины; 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»;
105005, г.Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, к. 1., тел. +7(499)263-63-91; e-mail: bauman@bmstu.ru, сайт: <http://www.bmstu.ru>.