

РАЗДЕЛ 1. НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ДВИГАТЕЛИ

Прочностной расчет и оптимизация формы картера моста

к.т.н. проф. Абрамов А.М., Ковалев А.С.
НовГУ им. Ярослава Мудрого, ООО «Микэникэл Инжиниринг Сервис»

Аннотация. В статье приводится описание результатов прочностного расчета и оптимизации формы литого картера моста автомобиля, выполненного для НТЦ ОАО «КАМАЗ». В результате оптимизации формы достигнуто снижение массы картера на 17% от первоначального значения.

Ключевые слова: картер моста автомобиля, оптимизация формы, прочностной расчет.

Применение методов компьютерного моделирования при разработке узлов и агрегатов машин в настоящее время является неотъемлемой частью повышения конкурентоспособности, улучшения качества производимой продукции и сокращения сроков подготовки и вывода новых продуктов на рынок. При конструировании новых образцов деталей перед конструктором встает сложная задача разработки продукта, отвечающего множеству иногда противоречивых требований: обеспечение требуемых прочностных характеристик, минимизация массы и/или габаритов, а также соответствие существующим технологическим процессам производства.

Повышение надежности и улучшение эксплуатационных характеристик узлов и агрегатов автотранспортных средств, а также снижение их себестоимости является одной из главных задач, решаемых российскими автопроизводителями. Иллюстрацией работы в данном направлении является факт успешного сотрудничества НТЦ ОАО «КАМАЗ» с инженеринговой фирмой ООО «Микэникэл Инжиниринг Сервис» и Новгородским Государственным Университетом имени Ярослава Мудрого в вопросе компьютерного моделирования и оптимизации формы картера моста автомобиля «КАМАЗ».

Целью проведенной работы было определение резервов снижения массы картера моста и выявление оптимальных геометрических параметров (материал - чугун). Снижение массы не должно было вызывать уменьшения жесткости или повышения напряжений в материале картера. Первичный линейно-статический расчет показал, что при существующих нагрузках величина напряжений в материале картера не превышала допустимых значений. В качестве критерия оценки были выбраны напряжения растяжения.

На рисунке 1 изображено распределение напряжений растяжения в модели (синие участки - наименее нагруженные, красные - наиболее нагруженные).

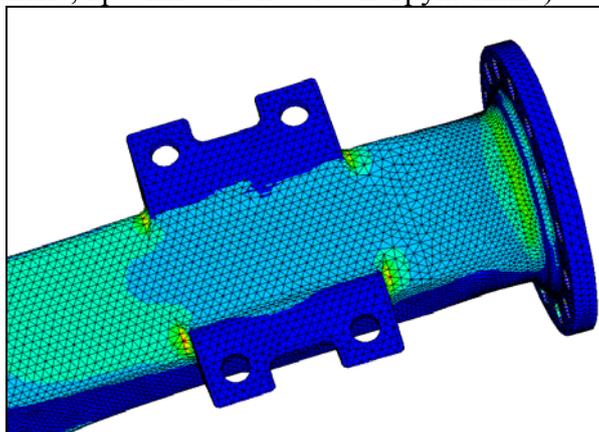


Рисунок 1 – Напряжения растяжения в модели

Для дальнейшей оптимизации формы картера в качестве целевой функции использовалась минимизация напряжений, а как ограничение - снижение объема детали до величины, не превышающей 85% от изначального объема геометрии.

Кроме того, в процессе оптимизации было запрещено снижение изначальной толщины профиля более чем на 6 мм с тем, чтобы обеспечить технологическое ограничение минимально допустимой толщины стенки 8 мм.

В качестве зоны оптимизации были выбраны все внутренние поверхности моста, за исключением стыковочных и технологических поверхностей (фланцы, приливы под резьбовые отверстия) и зон в непосредственной близости от эксплуатационных отверстий.

По итогам оптимизационного расчета было получено искомое снижение массы на 17%. Изменение геометрии картера моста представлено далее в графической форме (рисунок 2). Цветовая шкала описывает изменение толщины профиля от изначального состояния в положительную или отрицательную сторону, на геометрическое изображение моста наложены изоповерхности равноизмененных толщин в миллиметрах (цвет в соответствии со шкалой слева).

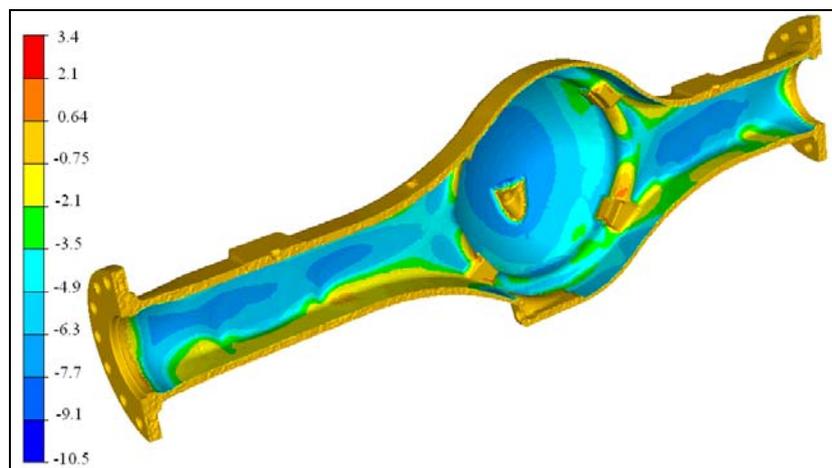


Рисунок 2 – Изоповерхности изменения толщины

Анализ изменения толщины стенок картера моста позволяет сделать вывод, что уменьшение толщины стенок целесообразно проводить по внутренним боковым поверхностям моста, что хорошо коррелирует с теорией работы поперечного сечения балки при продольном изгибе. При уменьшении толщины боковых стенок происходит незначительное уменьшение момента инерции сечения, т.к. убираемый материал находится вблизи главной оси сечения.

Наряду с оптимизацией формы картера моста в целом, была проведена локальная оптимизация формы радиуса скругления кронштейна крепления рессоры с целью минимизации и гомогенизации напряжений на этом участке, т.к. при применении простого радиусного перехода с учетом изменения толщины стенок происходила концентрация напряжений в этих зонах.

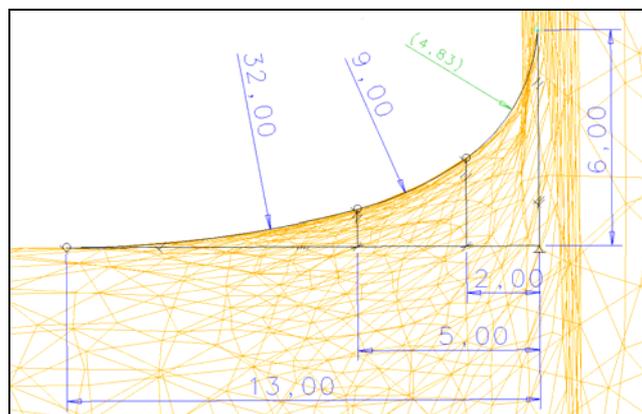


Рисунок 3 – Оптимальная геометрическая конфигурация зоны радиуса

В ходе оптимизации была получена форма радиусного участка, обеспечившая падение напряжений на 17 % от изначального уровня.

На рисунке 3 изображена оптимальная форма радиуса скругления кронштейна крепления рессоры.

С учетом внесенных предложений может быть достигнуто сравнимое или несколько меньшее снижение массы картера моста, это обусловлено тем, что не все предложенные изменения внутренней полости картера моста целесообразны и выполнимы с технологической точки зрения.

Управление нагрузенностью несущих узлов передней оси автомобиля путем выбора рационального угла наклона плоскости качения управляемых колес

д.т.н. проф. Балабин И.В., Надеждин В.С., Лукьянов М.Н., Рыбакова М.Р.
МГТУ «МАМИ»
nadezhdinvladimir@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются проблемы нагрузенности и повышения надежности основных узлов переднего моста грузового автомобиля посредством изменения угла наклона плоскости вращения управляемых колес при криволинейном движении, приведен расчет, доказывающий реальность и целесообразность практического осуществления пути повышения надежности автомобиля.

Ключевые слова: надежность узлов переднего моста грузового автомобиля, управление нагрузенностью.

Автомобильное колесо – это уникальнейший узел, воспринимающий все внешние силы (вертикальные, боковые, касательные), действующие на автомобиль со стороны дорожного покрытия, а также их моменты. Таким образом, колесо, при его взаимодействии с опорной поверхностью, можно рассматривать как минилабораторию, в которой зарождаются и реализуются в различных системах и агрегатах автомобиля процессы, формирующие все важнейшие эксплуатационные свойства автомобиля.

Как известно, криволинейное движение – это наиболее опасный с точки зрения нагрузенности передней оси и всех устанавливаемых на ней агрегатов и деталей режим эксплуатации автомобиля. В связи с этим появилась идея о возможности влиять на динамику сил, возникающих в контакте колеса с дорогой таким образом, чтобы снизить отрицательное воздействие данного режима на степень нагрузенности элементов конструкции переднего оси. Данная идея впервые была проверена при выполнении научной работы, проведенной под руководством профессора, д.т.н. И.В. Балабина и реализована в диссертационной работе его аспиранта Морозова С.А., которая была посвящена в основном обеспечению устойчивости движения грузового автомобиля против опрокидывания. Однако не менее важным является прочность деталей и узлов передней оси автомобиля.

При движении автомобиля на повороте суммарная центробежная сила инерции направлена перпендикулярно касательной, проведенной к траектории движения центра масс автомобиля. Из этого следует, что даже при равномерном движении автомобиля на повороте происходит перераспределение нагрузки по осям и колесам не только в поперечном, но и в продольном направлениях, что вызывает дополнительную нагрузенность передней оси автомобиля и, в частности, наружного колеса (рисунок 1). Торможение автомобиля при криволинейном движении вызывает еще большее перераспределение, а следовательно, и более нагруженное состояние передних колес. При таком экстремальном случае движения напряжения в отдельных деталях передней подвески и переднего моста может достигнуть критических значений и тем самым привести к повышенным износам шкворневого узла и в пределе к поломке и аварии, что непосредственно связано с проблемой безопасности автомобиля.