

П.Г. Антипов

К вопросу идеализации сверхнизкопрофильного колеса

*Рыбинская государственная авиационная
технологическая академия им. П.А. Соловьёва
152934. г. Рыбинск, ул. Пушкина, дом 53*

В настоящее время ни у кого не возникает сомнения, что радиальное пневматическое колесо идеально подходит для автомобильного транспорта. Более того, с каждым годом шины становятся шире, а высота их боковин уменьшается. Другими словами, приходит мода на низкопрофильные шины. Художники-футуристы (их у нас называют дизайнерами) рисуют автомобили со сверхнизкопрофильными колёсами, но ведущие производители шин не спешат оснащать серийные автомобили подобными изделиями. Логично спросить почему? Большая часть автовладельцев скажет, что на низкопрофильном колесе легко повредить диск. Но конструкторы думают иначе, и профессиональные водители подтвердят: что чем ниже профиль колеса, тем хуже курсовая устойчивость автомобиля. Тогда зачем делать такие колёса? Ответ прост, чем ниже профиль, тем меньше сопротивление качению.

На легковых машинах доля топлива, расходуемая на преодоление трения качения шин около 20% [1] с.86, ещё больше эта доля у грузовиков – около 46% [2] с.33. Неужели такие большие потери в шинах и есть компромисс между безопасностью и экономичностью? Когда топливо было дешёвым, то это всех устраивало. Если топливо будет дорожать, то возможные миллиардные вложения в новые экономичные колёса окупятся.

История пневматических колёс началась с диагональных шин, то есть с диагональной укладки корда на тороидальную поверхность. Классический пример – велосипедная шина. Её однослойный диагональный корд виден с внутренней стороны. Недостаток диагональной (тороидальной) шины в том, что в месте контакта с дорогой тороидальная оболочка выравнивается в плоскость, при этом шина сильно деформируется. Происходит её разогрев. Поверхность двойной кривизны не может быть уложена на плоскость без искажений.

Другое дело цилиндрическая оболочка, её можно уложить на плоскость без потерь. Заменить тороидальную шину на цилиндрическую можно двумя способами.

1 – сделать диаметр колеса значительно больше поперечного диаметра шины – как на спортивном велосипеде. В пятне контакта тороидальная оболочка (трубка) очень близка к цилиндрической, внутреннее трение в ней будет относительно мало.

2 – на цилиндр надеть манжету (рис.1), создать внутри манжеты давление газа (рис.2). На первый взгляд получилось колесо, ведь цилиндр – это тоже диск, а манжета похожа на шину. Но из-за того, что манжета может легко перекатываться по цилиндру влево и вправо данная конструкция колесом быть не может. Ни какой клей, и ни какие буртики ситуацию не исправят. Так как радиальная составляющая газовых сил значительно больше их осевой составляющей. А боковая сила, которая может действовать на колесо, сопоставима с нормальной (радиальной) силой воздействия колеса на дорогу. Легко заметить, что современное низкопрофильное колесо является компромиссом между трубкой на ободе и манжетой на цилиндре.

Назовём конфигурацию (рис.2) сверхнизкопрофильным колесом. В данном контексте определение сверхнизкопрофильного колеса основано не на геометрических параметрах, а на невозможности колеса противостоять заданным боковым нагрузкам.

Например, в повороте, под действием центробежных сил, шина деформируется. Чем меньше площадь боковин, тем меньше газовые силы, действующие на эту площадь, тем труднее восстанавливается геометрия колеса. По прямой на низкопрофильных колёсах машина поедет быстрее, а в повороте возможно медленнее. Но, главное, пострадает устойчивость, и точность управления траекторией движения автомобиля.

В идеале корд (а вместе с ним и боковины) должен быть бесконечно тонким. Жесткость шины должна обеспечиваться только давлением газа в ней. Современные высокопрочные волокна позволяют создавать достаточно тонкий корд, и давление в шине может быть велико. Но при повышенном давлении в шине уменьшается пятно контакта шины с дорогой, сцепные свойства ухудшаются – тормозной путь возрастает. На современном уровне компромисс между жесткостью покрышки и её сцепными свойствами (при заданной геометрии) достигается путём подбора твёрдости резины и толщины боковин [3] с.80, 104.

Для сохранения геометрии сверхнизкопрофильной шины нужна дополнительная пространственная силовая конструкция – двойной усечённый конус (рис.3). Поместим его внутри нашей манжеты. Сдвоенное основание соединим с центральной беговой дорожкой

манжеты, усечённые вершины закрепим на цилиндре (рис.4). Легко заметить, что в плоскости сечения совпадающей с осью цилиндра появились равносторонние треугольники с углом при основании ϕ . Приложим боковую силу «1 кН» к правой верхней части манжеты, тогда левый катет верхнего треугольника окажется растянутым и передаст реакцию на цилиндр в виде силы « - 1 кН». Реальная картина, даже от действия единичной силы, намного сложнее. Но наша задача – сделать боковины как можно ниже, то есть $\phi \rightarrow 0$, а при этом величины вторичных сил тоже будут стремиться к нулю. Это даёт шанс на то, что сверхнизкопрофильная конструкция шины может быть работоспособной.

Таким образом, получается цилиндрическое пневматическое (сверхнизкопрофильное) колесо, но его работоспособность достигается при одном специфическом условии.

Боковая сила, приложенная к шине, должна иметь направление «от плоскости симметрии колеса». В противном случае будет происходить потеря устойчивости радиальных слоёв. Для реализации этого условия необходима специальная конструкция активной подвески, которая должна управлять положением пятна контакта шины с дорогой [4] с. 82.

Автором получен патент РФ на изобретение № 2270101 «колесо транспортного средства» по заявке № 2004123477, приоритет изобретения 30 июля 2004 г., регистрация 20 февраля 2006 г. Такое колесо может на грузовых автомобилях заменять двухскатное (рис.5). При грузоподъёмности 50 кН и давлении газа 1 МПа масса колеса не должна превысить 54 кг. Это возможно, если обод и диск колеса выполнить из углепластика. Новым идеям нужны новые технологии.

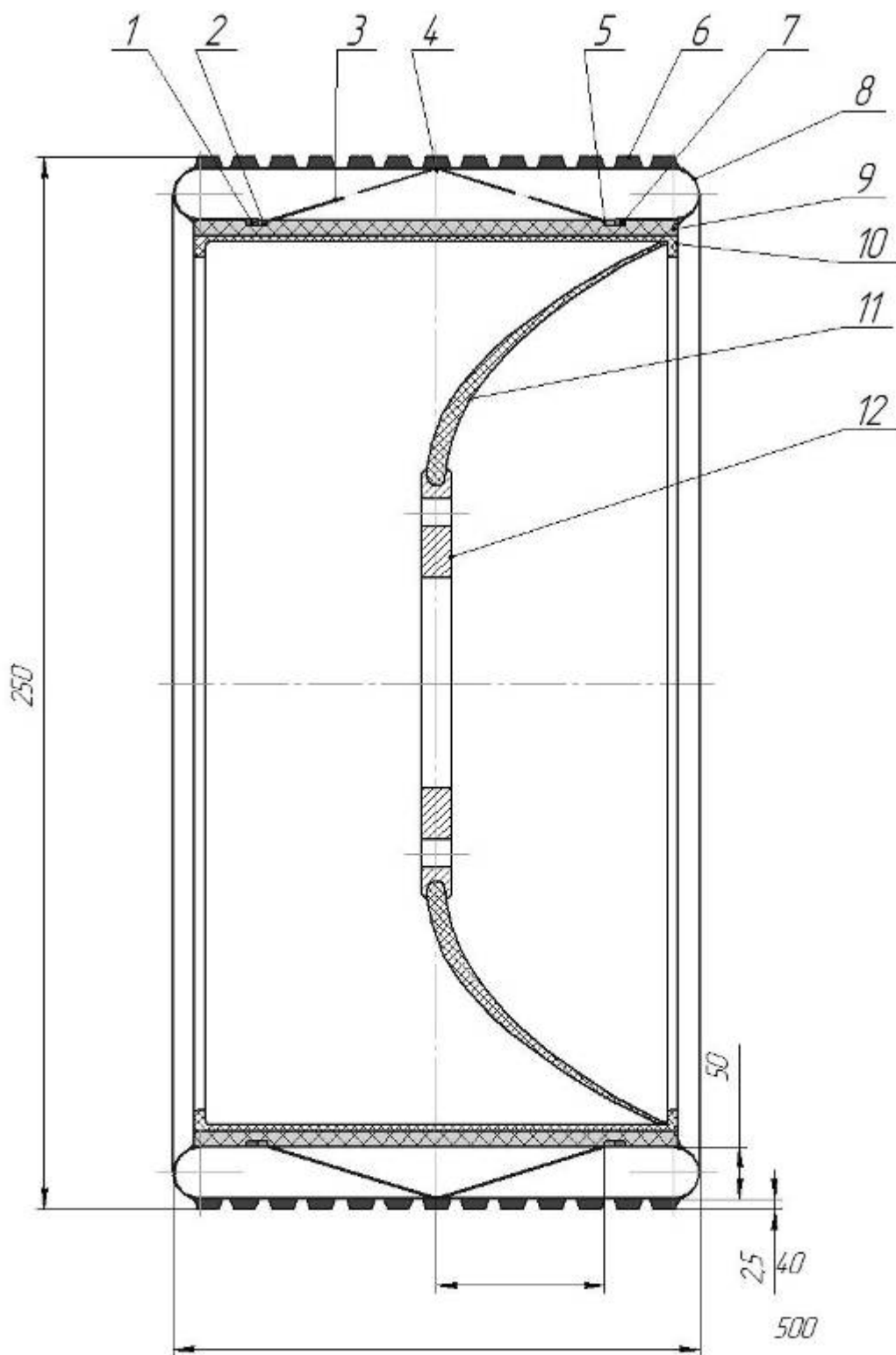


Рис.1 Колесо транспортного средства

*1,7 фиксаторы диагонального корда; 2,5 фиксаторы вершин конусов;
 3 двойной усечённый конус; 4 основание двойного конуса;
 6 радиальный корд; 8 диагональный корд; 9 гофроподушка; 10 обод;
 11 диск; 12 планшайба.*



Рисунок 1
Манжет на цилиндре

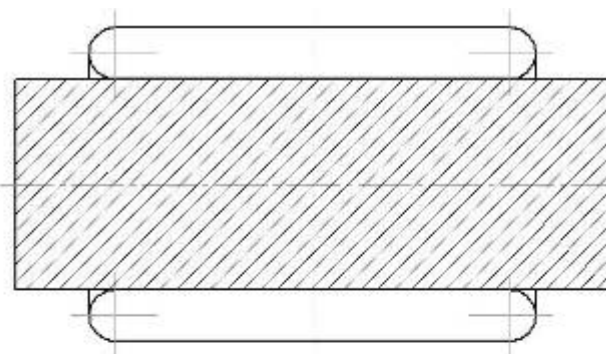


Рисунок 2
Манжет надут

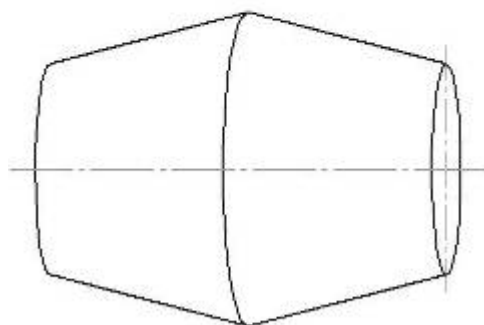


Рисунок 3
Двойной усеченный конус

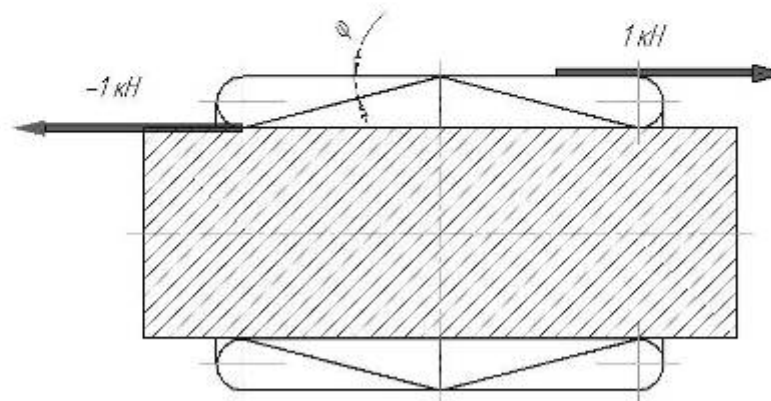


Рисунок 4
Двойной усеченный конус внутри манжета, показана упрощенная реакция на силу 1 кН смещающую манжет вправо

Литература

1. Павел Карин «Соппротивление бесполезно» / газета Авторевю. - 2005. - №15. - с.86.
2. В.А. Петрушов «Оптимизация сопротивления качению методом выбега при стендовых испытаниях автомобильных шин» / Вестник машиностроения №8, 2003 с33
3. Сергей Иванов «Гибридомобиль Формулы-1» / газета Авторевю, - 2005. - №18. - с.104.
Концептуальное колесо / Вокруг света. – 2005. - №8. - с.82.

Тел. дом.: 8 (4855) 217 196

Тел. сот.: 8 910 819 4862

peter14159heinrich@yandex.ru

<http://airvan.110mb.com>