

ООО «Научно-технический центр «НИИШП»

В.Е. Евзович, П.Г. Райбман

Автомобильные шины, диски и ободья

Рекомендуется использовать,
как пособие для студентов средних и высших
технических учебных заведений

Москва
2010

УДК 629.113.012.558.2:66.094.1
ББК35.728-83
Е43

Авторы

старейшие работники НИИ шинной промышленности
В.Е. Евзович - к.т.н., член-корр. АПК РФ; *П.Г Райбман*

Рецензенты

А.А. Вольное - Руководитель Департамента по исследованиям и контролю качества ОАО «Амтел-Фредештайн», член-корр. РАЕН,
В.Л. Янчевский - профессор МАДИ кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта и автосервис»
Ш.Прекоп - Заместитель генерального директора по технологии и НИОКР ОАО «СИБУР-Русские шины»
В.Е.Шехтер - Начальник технологического отдела ОАО «СИБУР-Русские шины»

Е43 Автомобильные шины, диски и ободья / В.Е. Евзович,
П.Г.Райбман - М.: Автополис- плюс, 2010. - 144 с: ил. и табл.

ISBN 978-5-903767-03-8

В книге изложены краткие сведения о пневматических шинах и колесах (часто в обиходе называемых «дисками») для легковых и грузовых автомобилей. Приведена классификация пневматических шин. Даны представления об устройстве современных целиком металлокордных и традиционных комбинированных шин типа P, а также диагональных шин. Рассмотрены основные технико-эксплуатационные характеристики пневматических шин и правила их эксплуатации, определяющие безопасность движения транспортных средств, сцепление с дорогой, управляемость, надежность и экономичность. Приведена информация о взаимозаменяемости шин.

Дана классификация автомобильных колес, приведено описание конструкции их дисков и ободьев, изложены требования к их эксплуатации.

Книга предназначена для широкого круга читателей: для автомобилистов, профессиональных водителей, для инженерно-технических работников шинной промышленности, автотранспортных предприятий и сервиса. Она будет полезна так же преподавателям и студентам средних и высших технических учебных заведений.

© Евзович В.Е., Райбман П.Г., 2008

© ООО «Дизайн и полиграфия», 2009

© ООО «Научно-технический центр «НИИШП», 2009

ISBN 978-5-903767-03-8

© Оформление. Компания «Автополис-плюс», 2009

Предисловие

Почти все движение на земле немыслимо без колес с пневматическими шинами. Без них останутся автомобильный транспорт, мотоциклы, карьерные самосвалы, сельхозмашины, современные поезда метро, не смогут взлетать и садиться самолеты. Шина — основной конструктивный элемент большинства транспортных средств. Ключевые характеристики их движения — скорость, безопасность, устойчивость, управляемость, проходимость, топливная экономичность, уровень шума, комфортабельность и др. — непосредственно связаны с шинами. Одновременно с прогрессом транспортных средств совершенствуется конструкция шин и колес. Массовые легковые и грузовые шины диагональной конструкции (далее — диагональные шины) активно вытесняются шинами с радиальным каркасом (далее — радиальные шины). Сегодня на дорогах западных стран практически не встретить камерных легковых шин или не целиком металлокордных однослойных грузовых шин. Еще 20 лет назад шины серии 70 классифицировались как сверхнизкопрофильные. Сегодня это обычный серийный профиль многих легковых и грузовых шин, а «уважительная» приставка «сверх» перешла к низкопрофильным шинам серии 55 и ниже.

Несмотря на большое разнообразие, применяемые в настоящее время автомобильные шины имеют общие основные принципы устройства. Как и первая пневматическая шина, появившаяся в XIX веке, они представляют собой эластичную оболочку, которую крепят на ободе колеса и наполняют сжатым воздухом. Принцип амортизации ударов о препятствие сжатым воздухом до сего времени играет решающую роль в работе шины.

В связи с этим читателю сначала предлагается описание типичной шины, принципов ее построения и основных элементов. Дается классификация шин по их применяемости и особенностям конструкции. Особое внимание уделено современным целиком металлокордным шинам (ЦМК). При этом, учитывая специфику отечественного рынка шин, рассматриваются комбинированные радиальные грузовые шины, практически полностью исчезнувшие из каталогов ведущих западных производителей. Некоторые типы конструкций шин, не выдержавшие проверку временем, такие как шины со съёмным про-

тектором, не вошли в настоящую книгу. Вместе с тем приводятся сведения о перспективных конструкциях, отражающих новые тенденции развития пневматических шин. В том числе безопасные, «умные», литые полиуретановые шины.

В последнее время особое внимание уделяют экономичным шинам, снижающим расход моторного топлива. В структуре эксплуатационных расходов на автомобильные перевозки топливо занимает одну из ведущих позиций. Актуальность проблемы экономии топлива усиливается постоянным повышением цены углеводородного сырья и прогнозируемым его дефицитом уже в недалеком будущем. По расчетам природоохранной организации Green Seal, только в США более 160 миллионов пассажирских машин и легких грузовиков сжигают за год более 475 млрд литров бензина (цифры соответствуют ситуации до начала мирового кризиса 2008 г.). При этом потребление топлива продолжает расти приблизительно на 3% в год из-за увеличения количества автомобилей и плеч перевозок.

В книге рассмотрены основные эксплуатационные свойства автомобильных шин, обеспечивающие безопасность движения транспортных средств, их топливную экономичность, в том числе сцепление с разным дорожным покрытием, потери на качение, надежность в эксплуатации, влияние шин на управляемость и устойчивость автомобиля и др. Изложены основные требования к эксплуатации автомобильных шин для реализации этих свойств на практике, освоения всего эксплуатационного ресурса шины, достижения максимальной комфортабельности транспортного средства и экономичности его эксплуатации.

Дана классификация автомобильных колес, приведено описание конструкции дисков и ободьев, изложены требования к их эксплуатации.

Чтобы устранить путаницу в терминологии, давайте договоримся, что в этой книге мы будем использовать профессиональные термины, поэтому термином «колесо» мы будем называть элемент, на котором крепится шина. «Колесо», в свою очередь, состоит из «обода» и «диска».

*В обиходе «колесо» часто называют **диском** (именно так его обозначают в магазинах, на сервисе, шиномонтаже и т.д.), а под **колесом** в обиходе понимают сборочный узел, состоящий из пневматической шины и «колеса».*

*В понятном читателю контексте данной книги мы все же иногда употребляем термин **колесо** в обиходном смысле, т.е. как сборочный узел, состоящий из шины и «колеса».*

Термины, данные выше в кавычках, являются профессиональными, а выделенные полужирным шрифтом — употребляются в обиходном смысле. Далее в книге подобные выделения не используются.

1. ОБЗОР РЫНКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

1.1. *Мировые тенденции развития рынка шин* Ежедневно более 2 млн новых шин производится мировой шинной промышленностью. Более 4 млрд шин одновременно находятся в эксплуатации. Структура шинного рынка обычно отражает структуру автомобильного транспорта в том или ином регионе. Для развитых западных стран характерно преобладание шин для легковых и коммерческих автомобилей: 75—85%, около 15% рынка — грузовые шины. Вся эта огромная масса шин попадает на потребительский рынок по двум основным каналам: через поставку на конвейер автомобильных заводов, так называемый промышленный сектор рынка, и через розничную продажу — потребительский сектор рынка. В свою очередь, потребительский сектор шин состоит из новых и восстановленных шин.

Шины, которыми автопроизводители комплектуют новые автомобили, обычно разрабатываются параллельно с разработкой автомобиля, проходят весь комплекс приемочных испытаний вместе с автомобилем, становятся его неотъемлемой частью и их характеристики наилучшим образом сочетаются с характеристиками машины. Такие шины часто не попадают в розничную продажу и поставляются исключительно на конвейер. Этот сектор рынка чрезвычайно конкурентен, и шинным фирмам постоянно приходится доказывать право на поставку своих шин для комплектации новых автомобилей, а сами такие шины являются предметом гордости и своего рода «визитной карточкой» их разработчиков и производителей. В то же время для конечного потребителя — покупателя транспортного средства (от мотоцикла и автомобиля до самолета) характеристики шин этого сегмента шинного рынка, как бы хороши они ни были, даже бренд изготовителя и цена шин воспринимаются как часть имиджа и свойств машины в целом и не являются значимыми факторами покупки. Это наиболее существенное их отличие от шин потребительского рынка.

Потребительский рынок пневматических шин обеспечивает потребности в шинах эксплуатационных транспортных предприятий и других владельцев автомобилей. Эти шины имеют более универсальные свойства, так как они не привязаны к конструктивным особенностям определенного автомобиля или иного транспортного средства. Чтобы привлечь покупателя, наряду с высоким уровнем комплекса эксплуатационных свойств такая шина должна быть «красивой», выглядеть «современно», стоить недорого и т.д. Конечно, при замене модели шин, с которыми новый автомобиль был продан, на другие шины со вторичного рынка существует риск снижения некоторых характеристик автомобиля. Но обычно эти ухудшения относительно несуще-

■

ственны и «простой автомобилист» их скорее всего просто не заметит. К тому же необходимость в первой замене шин возникает обычно при износе рисунка протектора. К этому времени и сам автомобиль начинает терять некоторые из своих свойств. Для потребителя этого сегмента рынка шин дизайн протектора, низкая цена, предпочтения какого-либо бренда производителя перед другими, иные объективные и субъективные предпочтения могут иметь определяющее значение.

Поэтому на вторичном сегменте рынка оказались востребованными шины, возвращенные в эксплуатацию после восстановительного ремонта, т.е. шины, у которых после износа рисунка возобновляется протектор, обновляются при необходимости другие покровные резины, а все остальная конструкция сохраняется оригинальной [5, 7]. Высокие прочностные характеристики конструкции и материалов шин в сочетании с надежной, хорошо отработанной технологией восстановления позволяют восстанавливать протектор от 3 до 5 раз, делая сроки «жизни» шины соизмеримыми со сроком эксплуатации автомобиля. Восстановленные шины отвоевывают у новых шин часть занимаемого ими рынка, доказывая свою конкурентоспособность высоким качеством. По данным Бюро информации о Восстановлении и Ремонте Шин США (TRIB), сравнительные испытания новых и восстановленных шин, а также анализ дорожно-транспортных происшествий, связанных с шинами, показывает, что восстановленные шины по основным технико-экономическим показателям, включая надежность и безопасность, не уступают новым. С 2004 года все восстановленные шины в Великобритании регулируются теми же правилами и стандартами, что и новые шины, и должны отвечать тем же требованиям по всему комплексу свойств. С сентября 2006 года в странах Евросоюза также введен единый стандарт для восстановленных шин. В США еще в октябре 1993 года был принят акт, разрешающий применение восстановленных шин на всех правительственных автомобилях, что явилось признанием достоинств восстановленных шин и создало дополнительные стимулы в стране для их производства. В то же время высокие требования к качеству восстановления неизбежно приводят к его удорожанию. Стоимость восстановленной легковой шины соизмерима с новой, что лишает «частника» важного стимула для их приобретения и делает их производство малорентабельным. Как результат — рынок восстановленных легковых шин, например в США, за последние 8 лет сократился более чем на 55%. Аналогичная картина наблюдается в странах Западной Европы. Однако даже в этих условиях восстановленные легковые и коммерческие шины остаются привлекательными для таксомоторных компаний, станций автомобилей «скорой помощи» и других подобных предприятий, поскольку в среднем в бюджете автомобильной компании на Западе затраты на шины занимают тре-

тью позицию после заработной платы и оплаты за топливо. Стоимость восстановленных грузовых шин обычно ниже стоимости новых шин на 30—50%, что определяет рост их потребления на грузовом автотранспорте, а также в авиации, на военной технике, пожарными и др. Более 900 компаний в США занимаются шиноремонтным бизнесом. Уже в конце 90-х годов прошлого века из 27 млн проданных потребителям грузовых шин в Северной Америке 16 млн имели восстановленный рисунок протектора и лишь 11 млн были новыми. А в 2006 году там было продано уже около 18,6 млн восстановленных шин на общую сумму около 3 млрд. долларов. Характерной тенденцией этого сегмента рынка шин последнего времени стало сближение интересов производителей новых и восстановленных шин. Это проявляется в открытии ведущими шинными компаниями, такими как Goodyear, Michelin, Bridgestone, и некоторыми другими собственными отделений по восстановительному ремонту «своих» шин. В конструкцию и материалы новых шин уже на стадии их проектирования закладывается возможность многократного восстановления. Огромный потенциал научно-исследовательских центров этих компаний распространяется теперь и на разработку новых материалов и технологий шиноремонта. Возможно, это позволит в ближайшем будущем создать высокорентабельную технологию восстановления легковых шин наравне с грузовыми и повысить отбор шин, пригодных к восстановительному ремонту.

Кроме прямой заинтересованности потребителя восстановление шин имеет и другие преимущества, способные принести уже в недалеком будущем значительный экономический эффект. Во-первых, восстановление шин — чрезвычайно дружелюбно окружающей среде. Ежегодно только в США списывается из эксплуатации 235 млн легковых шин, 42 млн грузовых и 3 млн авиационных и других шин. Если предположить возможность восстановления хотя бы 40% из них, то это буквально очистит землю от почти 100 млн загрязняющих ее шин (рис. 1.1). Во-вторых, при использовании восстановленной легкой шины экономится в среднем 17 литров сырой нефти, которые должны быть израсходованы на производство новой шины. Для грузовых шин экономия составляет более 52 литров сырой нефти. Это означает также, что будет

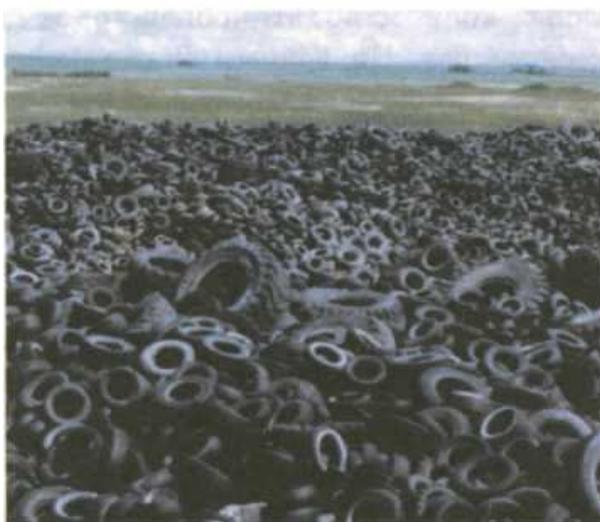


Рис. 1.1. «Шинное кладбище» в провинции Саскачеван (Канада)

существенно меньше сожжено шин (наиболее распространенная практика «утилизации» списанных шин) и соответственно уменьшится загрязнение окружающей среды вредными продуктами горения резины. Так что восстановленная шина по праву может называться «зеленой» шиной. Учитывая глобальную значимость экономии топливных ресурсов и защиты окружающей среды, представляется вероятной поддержка малорентабельного бизнеса по восстановлению легковых шин правительствами заинтересованных государств.

1.2. Шинный рынок России Рынок шин - один из важнейших товарных рынков не только химического комплекса России, но и для всей экономики страны. В СССР выпускалось более 50 млн шин в год. В 1995 году было произведено около 45 млн штук, т.е. сокращение производства оказалось сравнительно незначительным. В 2000 году производство шин в России составило около 29 млн штук, что менее 65% от уровня 1995 года. В дальнейшие годы российский рынок шин имел достаточно стабильную тенденцию к росту, чему способствовало улучшение состояния экономики в целом. В 2007 году производство шин составило около 42,5 млн штук, или на 5% больше, чем в 2006 году, в том числе грузовых шин 11,8 млн шт. (рост 7%), легковых шин 28,1 млн шт. (рост 4%). Совокупный импорт шин составил 15 млн шт., или на 25% больше, чем в 2006 году, в том числе легковых шин 13,3 млн шт. (рост 23,3%). В целом объем продаж легковых шин в 2007 году вырос до 38,5 млн шт. (рост на 10,3%).

Несмотря на очевидную нестабильность отечественной шинной промышленности, в ее развитии прослеживаются несколько основных тенденций. Во-первых, происходит перераспределение структуры парка выпускаемых шин в сторону значительного увеличения легковых шин. Общее количество автомобилистов за последние годы выросло в стране в десятки раз. По данным Pricewaterhouse Coopers, только в 2006 году продажи легковых автомобилей в России выросли почти на 20%, до 2,06 млн шт. В том же году, по данным Ассоциации европейского бизнеса, в РФ продано более миллиона иномарок, владельцы которых предпочитают ездить на высококачественных современных шинах.

Вторая тенденция - развитие производства грузовых цельнометаллокордных (ЦМК) шин. Единственный в России изготовитель шин ЦМК ОАО «СИБУР-Русские шины – самый крупный производитель шин в Восточной Европе (около 30% шин, выпускаемых в РФ). «Ярославский шинный завод» этого холдинга, выпускающий ~ 200,0 тыс. шт. ЦМК шин в год, осуществляет капитальную модернизацию их производства и планирует довести выпуск шин нового поколения до 1.0 млн. штук

в год. Уровень качества этих шин не будет уступать шинам передовых европейских фирм. В 2009-2010 г.г. будет введено в эксплуатацию производство шин ЦМК современных конструкций на ОАО «Нижекамскшина» (совместно с ф. «Континенталь») с объёмом производства ~ 600,0 тыс. шт./год.

Другая тенденция заключается в расширении прямой конкуренции российских и западных шинных компаний на отечественном рынке. Шины почти любого западного производителя в широком ассортименте типоразмеров и цен доступны сегодня повсеместно. Ведущие зарубежные компании производят шины на территории страны самостоятельно или в рамках совместных предприятий. За 2006 год местный завод Michelin увеличил выпуск шин на 43,1%, до 1,3 млн шт., а производство российского завода Nokian Tyres выросло с 290 тыс. шт. в 2005 году до 1,9 млн шт. в 2006 году. При этом компания недавно заявила, что к 2011 году ее российский завод будет производить 10 млн шт. в год. Объем продаж шин этой фирмы в России в 2007 году, включая импорт, достиг 3,45 млн шт., шин фирмы Michelin - 2,45 млн шт.

Наряду с положительным эффектом увеличения на Российском рынке количества высокоэффективных современных шин имеет место и негативная для потребителя сторона. Происходит постепенное вымывание с рынка относительно дешевых шин. По данным экспертов, в 2008 году дорогой сегмент «А» вырос с 7,4 млн шт. (в 2006 году) до 10,7 млн шт. В то же время самый дешевый сегмент «С» «похудел» с 23,3 до 21,9 млн шт.

На этом фоне возрастает интерес к применению на транспорте восстановленных шин. Эффективность восстановленных грузовых шин определяется теми же закономерностями в России, что и на Западе. Эксперты специализированного шинного журнала «Tyres & Accessories» (2006 г. 21 апр.) отмечают удвоение производства восстановленных грузовых шин в России в течение 2005 года. В 2010 году для удовлетворения потребности рынка в таких шинах их производство увеличивается, примерно еще в 3 раза (со 100 до 300 тыс. шин в год). Возможно, реальные цифры потребности рынка в восстановленных шинах еще выше. В отличие от Запада, уровень востребованности восстановленных легковых шин известных зарубежных производителей, таких как Michelin, Goodyear, Continental, в России очень высок, поскольку разница в цене новых и восстановленных зарубежных шин остается привлекательной для покупателей. Таким образом, бизнес по восстановительному ремонту шин в России выглядит еще более привлекательным, чем на Западе. Развитие восстановительного ремонта шин особенно актуально в периоды экономических кризисов, когда большинство шинных заводов вынуждены сокращать производство новых шин, и повторное использование изношенных покрышек

становится одним из наиболее эффективных и реальных путей удовлетворения рыночного спроса.

2. НАЗНАЧЕНИЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ШИН

Единственный связующий элемент между автомобилем и дорогой — шина. Шины обеспечивают сцепление колеса с дорожным покрытием, передачу тяговых и тормозных усилий, амортизацию сил, возникающих при наезде на неровности дороги, управляемость и безопасность движения автомобиля, динамичность и плавность его хода, проходимость в различных дорожных условиях, влияют на расход топлива автомобилем и шумообразование.

Основополагающие функции шины, определяющие почти все перечисленные, — сцепление с дорогой и амортизация. Вместе с ними способность поглощения энергии (сопротивление качению) и шумообразование при качении в значительной степени определяют потребительские свойства шины.

Хорошее сцепление шины с дорогой повышает управляемость, устойчивость, динамичность и тормозные свойства, т.е. безопасность движения. Как показывает статистика, недостаточное сцепление является причиной 25—40% дорожно-транспортных происшествий при движении по мокрым дорогам. Взаимодействие автомобиля с дорогой осуществляется в первую очередь через ведущие колеса. На колесо действует вертикальная составляющая массы автомобиля P_z . В горизонтальной плоскости все действующие на шину силы можно привести к продольной составляющей P_x (рис. 2.1), действующей в плоскости качения колеса, и перпендикулярной ей поперечной составляющей называемой силой бокового увода P_y . Величина и направление P_x определяется в основном значением подводимого к колесу крутящего момента от двигателя автомобиля, а также силой торможения. Сила бокового увода P_y возникает вследствие внешних воздействий, таких как боковой ветер, поперечный наклон дороги или при повороте. Обычно боковая сила P_y значительно меньше, чем продольная P_x , отклонение по величине и направлению вектора результирующей силы P от продольной P_x несущественно. Однако при некоторых условиях, например при резком повороте или повороте с большой скоростью, боковая сила может достигать значительных величин. В этом случае при определенном сочетании значений P_x и P_y результирующая сила P может превысить предел сцепления шины с дорогой и изменить направление движения колеса (говорят, что автомобиль заносит).

Максимальное значение усилия P_x при прямолинейном движении или суммарное усилие P при маневрировании не могут превышать

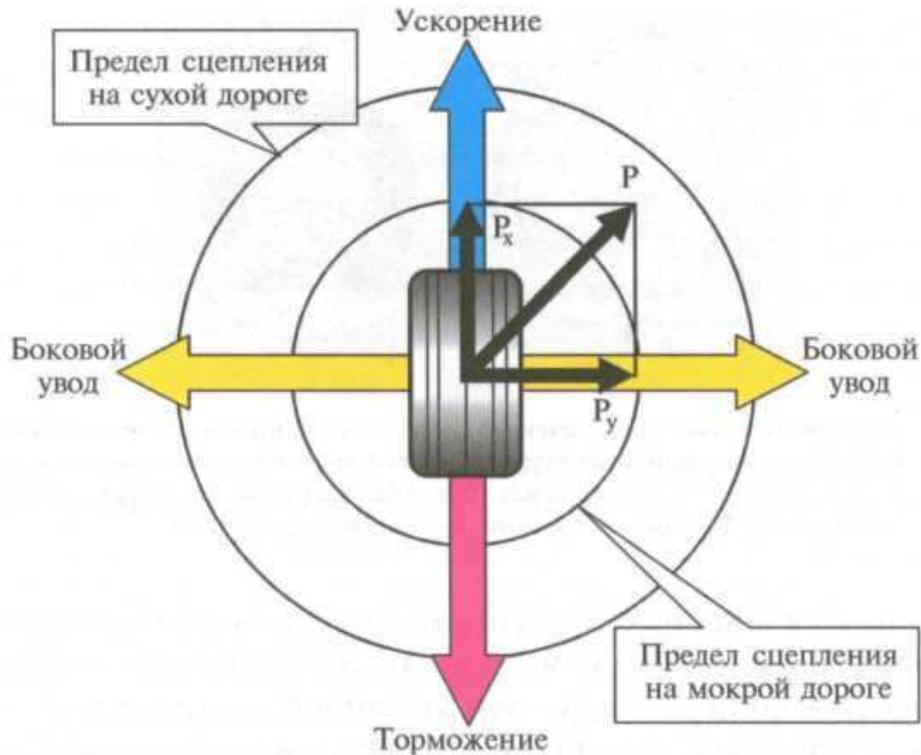


Рис. 2.1. Пример сложения продольной (P_x) и боковой (P_y) сил в круге Камма: результирующая сила (P) на мокрой дороге выходит за границу круга Камма, хотя каждая из ее составляющих находится в пределах круга

силу сцепления шины с дорогой F : если $P > F$, то колесо пробуксовывает, теряет связь с дорогой.

На схеме наглядно показано сложение продольной и боковой сил в виде силовой диаграммы, иногда называемой «круги Камма»¹. Диаметры кругов соответствуют предельным значениям силы сцепления шины с разными дорожными покрытиями. В этом примере результирующая суммарная сила на мокрой дороге выходит за границу круга Камма, хотя каждая из ее составляющих находится в пределах Круга.

Во время маневра каждый водитель должен твердо помнить, что при критических значениях продольной силы (ускорения или торможения) даже небольшая боковая сила может привести к заносу автомобиля и потере управления, особенно при большой скорости его движения.

Силу сцепления шины с дорогой F увеличивают повышением коэффициента сцепления μ (см. параграф 7.5) и увеличением нагрузки на шину P_z . Вместе с тем известно, что независимо от общей нагрузки удельное давление в площади контакта приблизительно соответствует давлению воздуха в шине. Под действием вертикальной нагрузки, приложенной к колесу, шина деформируется, уменьшается ее высота,

¹ Вунибальд Камм (1893—1966) — профессор кафедры автомобилей технического университета г. Штутгарта (Германия).

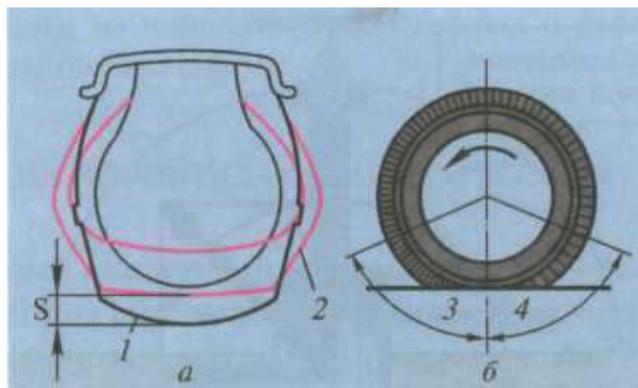


Рис. 2.2. Деформация шины при качении: а - изменение профиля шины под нагрузкой; б - деформация шины по окружности под действием крутящего момента; s - стрела прогиба; 1 - профиль шины без нагрузки; 2 - профиль шины с нагрузкой; 3 - участок сжатия; 4 - участок растяжения

увеличивается ширина ее профиля и площадь контакта шины с дорогой (рис. 2.2). При этом суммарное давление шины на дорогу по всей площади контакта соответствует указанной вертикальной нагрузке P_z . Прогиб профиля шины (s) под действием вертикальной нагрузки и, соответственно, площадь контакта зависят от величины нагрузки, конструкции шины и давления воздуха в ней (см. параграфы 7.3, 7.4).

Опытные водители зимой для повышения устойчивости автомобиля на скользкой дороге максимально увеличивают его загрузку и, в частности, для уменьшения буксования на скользком участке дороги повышают нагрузку на ведущую ось автомобиля, разгрузив при этом ведомую (перемещением груза или пассажиров). На особенно трудно проходимых участках, например на глубоком снегу, временно снижают давление в шине.

Однако на обледенелой дороге понижение давления воздуха в шине ухудшает сцепление с дорогой.

Амортизационные (демпфирующие) свойства шины, т.е. способность сглаживания, уменьшения вертикальных перемещений оси колеса при наезде на неровности дороги, определяют комфортабельность, плавность хода автомобиля, его эксплуатационную надежность, долговечность подвески. Чем «мягче» шина, тем выше ее амортизационная способность, и наоборот, чем она «жестче» (т.е. меньше ее деформация под действием вертикальной нагрузки), тем меньше амортизация.

Сжатый воздух в шине воспринимает основную часть нагрузки на колесо. Объем воздуха в шине при ее деформации практически не изменяется (в пределах 1–2 %). Вместе с тем работа сжатия воздуха в шине при ее деформации весьма значительна и составляет при нормальной нагрузке и давлении примерно 60–70% всей работы деформации. Остальные 30–40% затрачиваются на деформацию материала

шины. Однако с ростом степени прогиба шины (s) работа, затрачиваемая на деформацию ее материала, резко возрастает, увеличиваются потери на качение, расход горючего, повышается температура шины и снижается ее долговечность (см. параграфы 7.1, 7.3, 7.4).

Для каждой шины и условий эксплуатации устанавливают оптимальные значения степени ее деформации и, соответственно, внутреннего давления воздуха в шине и нагрузки на колесо, обеспечивающие минимальное сопротивление качению (расход горючего) при сохранении необходимых эксплуатационных свойств (амортизации, надежности и др.).

Амортизационная способность определяет свойства шины как элемента подвески автомобиля, гасящего динамические нагрузки. Для наилучшей амортизации автомобиля необходимо оптимальное сочетание амортизационной способности шины и амортизационных свойств других элементов подвески. При замене шин следует строго руководствоваться рекомендациями изготовителя автомобиля во избежание ухудшения его ходовых свойств, преждевременного разрушения элементов подвески и шин.

В современных условиях влияние шин на расход автомобильного топлива имеет важное значение. В то же время количество сжигаемого в автомобильных двигателях топлива напрямую связано с объемом вредных выбросов, загрязняющих окружающую среду.

Энергия сжигаемого топлива расходуется для обеспечения работы двигателя и других агрегатов, на преодоление сопротивления воздуха движению автомобиля, трения в трансмиссии, сопротивления качению шины. На *рис. 2.3* представлено среднестатистическое распределение энергии от сгорания топлива между системами автомобиля [24].

Экономичность автомобиля принято оценивать расстоянием, которое он может проехать, израсходовав единицу объема топлива. Динамика изменения этого показателя автомобилей североамериканского рынка в период с 1975 года показана на *рис. 2.4*. Из рисунка видно, что с середины 80-х годов и до настоящего времени экономичность как легковых, так и грузовых автомобилей практически не изменилась и даже несколько снизилась после резкого улучшения этого показателя по выходе из энергетического кризиса 70-х годов. Доля двигателя в общем балансе потерь энергии автомобиля за это время также практически не изменилась [21]. Отсутствие улучшения топливной экономичности автомобилей в течение столь длительного времени показывает, что отвечающие за экономичность элементы конструкции современного массового автомобиля близки к своему пределу.

Дальнейшее совершенствование требует принципиально новых решений, таких как использование гибридных энергетических систем, замена двигателя внутреннего сгорания на электрический, водород-

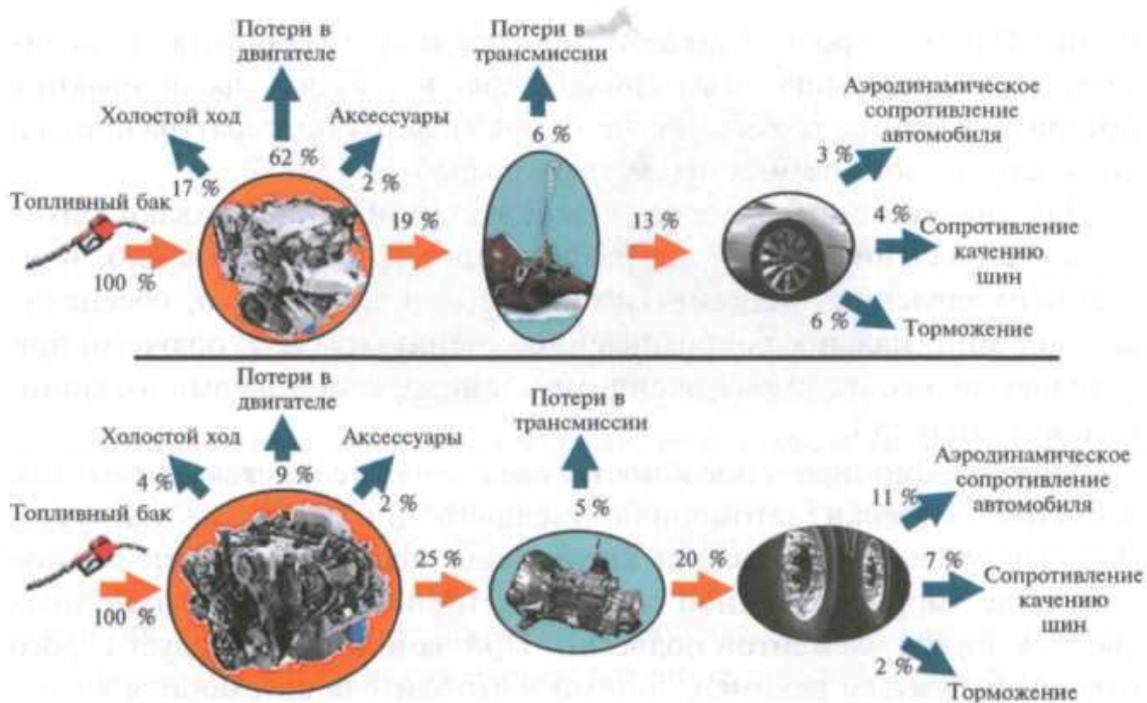


Рис. 2.3. Среднестатистическое распределение энергии от сгорания топлива между системами:
 а - легкового автомобиля;
 б - грузового автомобиля

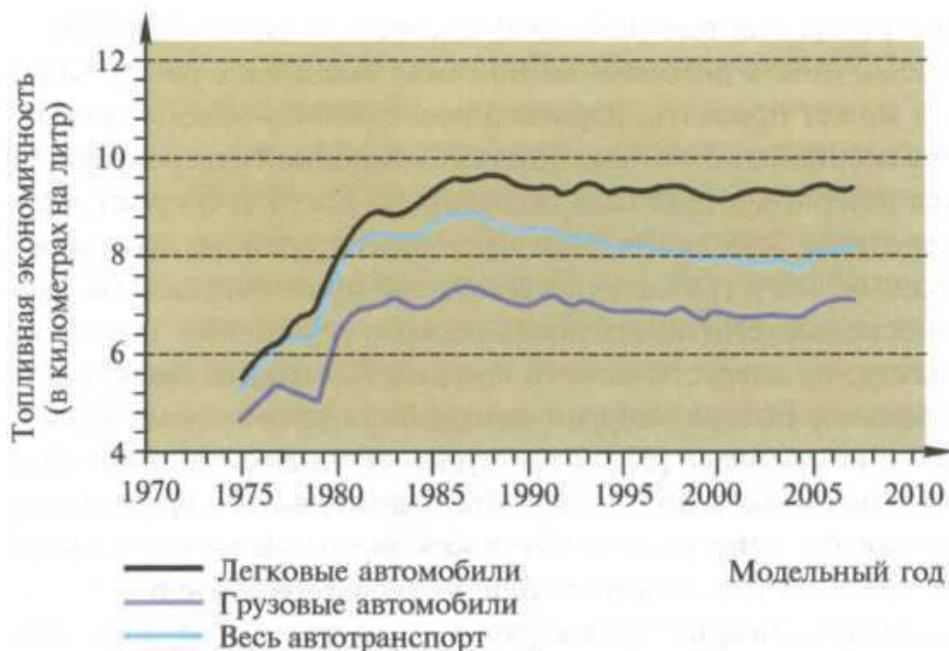


Рис. 2.4. Изменение топливной экономичности автомобилей в период 1975-2007 гг.

ный и проч. При этом, по данным [21], в середине 80-х годов прошлого века на качение шины легкового автомобиля расходовалось больше энергии, чем на современные шины, — 6,6% против 4% (т.е. более чем в полтора раза). Даже с учетом возможной разницы в методиках испытаний и объема выборки это свидетельствует о значительном прогрессе в улучшении экономичности шин по сравнению с другими системами автомобиля.

Практически только шины остаются экономичным элементом конструкции автомобиля, который пользователь может самостоятельно заменять по мере появления их на рынке и немедленно чувствовать эффект от этой замены. Снижение сопротивления качению шины на 10% приводит к 1,5–2% экономии топлива легковыми и легкогрузовыми автомобилями в обычных режимах работы. Для грузовых автомобилей экономия топлива может достигать 3% на каждые 10–15% улучшения характеристики потерь в шинах.

Вместе с тем потери на качение отражаются не только на расходе топлива, но и на ряде эксплуатационных характеристик шины. При равных прочностных показателях шин разных конструкций уровень потерь на качение косвенно характеризует их эксплуатационную надежность, определяет уровень их максимально допустимой скорости, отражает такие качественные характеристики, как силовая неоднородность, дисбаланс, наличие скрытых внутренних дефектов (см. параграф 7.1).

Вот почему, несмотря на относительно небольшую долю в общем балансе энергии автомобиля, потери в шинах оказались в зоне пристального внимания и изучения как производителей шин, так и органов стандартизации, государственного регулирования, потребительских организаций в целях получения единого комплексного показателя, характеризующего качество и рыночную, потребительскую ценность шины.

3. КЛАССИФИКАЦИЯ ШИН

Автомобильные шины классифицируют по назначению, способу герметизации, конструкции, форме профиля, габаритам и типу рисунка протектора. Наибольшее распространение получила классификация шин по назначению, т.е. для какого типа транспортного средства они предназначены. На этой основе обычно строятся справочники и фирменные каталоги по шинам, аксессуарам для их эксплуатации и ремонта и др.

Классификация шин по их назначению носит универсальный характер. Каждая классификационная категория включает шины разных конструкций и размеров, с различными скоростными характеристика-

ми и разными несущими нагрузками, а также шины, отличающиеся друг от друга применяемыми для их изготовления материалами, оборудованием, технологическими процессами и т.д. Ниже приведены наиболее типичные классы и группы, на которые принято разделять шины при их классификации.

3.1. Легковые шины

В эту категорию входят шины для всех легковых автомобилей, независимо от дорожных, климатических условий их эксплуатации или особенностей конструкции автомобиля (полноприводная, с передним или задним приводом и т.д.). К легковым шинам предъявляют высокие требования безопасности и комфортабельности. Они должны выдерживать длительное безостановочное движение с высокими скоростями (свыше 140 км/ч), обеспечивать при этом высокую надежность, безопасность, устойчивость и управляемость, передачу тяговых и тормозных усилий на сухой дороге и в дождь, независимо от погодных и климатических условий.

К этой же группе часто относят шины для массовых спортивных автомобилей (SUV) и автомобилей для туристических путешествий. Такие шины предназначены для эксплуатации в основном на хороших дорогах с твердым покрытием, но имеют дополнительную защиту от пробоев, порезов и других механических повреждений на случай, когда автомобиль оказывается на бездорожье. В последнее время они получают во всем мире все большее распространение и могут рассматриваться как отдельная категория шин.

3.2. Легкогрузовые (коммерческие) шины

Легкогрузовые шины применяются на микроавтобусах (автобусах особо малой вместимости), малотоннажных грузовых автомобилях и прицепах к ним. Такие транспортные средства внешне похожи на большие легковые машины, но вместо задних пассажирских мест и багажника имеют кузов и обычно пользуются популярностью в сфере малого бизнеса. Поэтому такие машины и шины для них еще называют коммерческими. Обозначения легкогрузовых шин обычно содержат букву «С».

3.3. Грузовые и автобусные шины

К этой группе относят шины, эксплуатирующиеся преимущественно на дорогах с твердым покрытием. Сюда относятся шины для грузовых автомобилей, осуществляющих городские, междугородные и международные перевозки, шины для автобусов и троллейбусов. Предполагается, что транспортные средства на этих шинах оказываются в условиях бездорожья лишь на короткое

время, например, для подъезда к месту погрузки или разгрузки. Требования, предъявляемые сегодня к грузовым шинам, очень близки требованиям к легковым шинам, особенно в вопросах безопасности, скорости, а также шумообразования и однородности. Повышенные требования предъявляют к их грузоподъемности и экономичности. Кроме того, сейчас на первый план выступают экологические требования, не столь актуальные в прежние годы.



Рис. 3.1. Автомобиль на внедорожных шинах

3.4. Грузовые внедорожные шины В отличие от предыдущей группы эти шины лишь на короткое время попадают на твердую ровную дорогу, а большую часть времени эксплуатируются в полевых условиях, на бездорожье. Это шины для автомобилей внедорожников, для строительной техники, дорожных машин, экскаваторов, грейдеров и других подобных машин (рис. 3.1). Они не работают на больших скоростях движения, но должны иметь высокую прочность, выдерживать большие нагрузки и перегрузки, противостоять механическим повреждениям, обладать высокими тяговыми и тормозными свойствами на мягких грунтах.

3.5. Крупногабаритные шины К ним относятся шины карьерных самосвалов и другой автомобильной техники, используемой для перевозки тяжелых грузов. Процесс изготовления шин этой группы близок к обычным грузовым шинам. Их конструкция и свойства используемых при производстве материалов позволяют им выдерживать значительные эксплуатационные нагрузки.

3.6. Сверхкрупногабаритные шины Отличаются от предыдущей группы не только особенно большими размерами и грузоподъемностью, но и тем, что технологический процесс производства этого класса шин принципиально отличается от производства других пневматических шин. Диаметр шины может достигать 2 м и более. Применяются на гигантских карьерных самосвалах (рис. 3.2). Сверхкрупногабаритные шины производят только



Рис. 3.2. Карьерный самосвал на сверхкрупногабаритных шинах

несколько компаний в мире, среди которых Goodyear, Bridgestone, Белорусский шинный комбинат.

3.7. Шины специального назначения

К этой группе относятся шины с регулируемым давлением, шины военного назначения и некоторые другие.

3.8. Шины высшего класса

Шины высшего класса разрабатываются для высокоскоростных автомобилей. Они имеют более эластичную резину протектора и специальный рисунок, обеспечивающие хорошее сцепление с дорогой, особенно при поворотах на высокой скорости. Обратной стороной этих особенностей шин является повышенный износ протектора и меньший общий ресурс. Способность обеспечивать «высший класс» как на сухой, так и на мокрой дороге на высоких скоростях сильно отличается у шин разных производителей и даже у разных моделей одного производителя. Создание таких шин является объектом научных исследований и перспективных разработок.

3.9. Безопасные шины

Безопасная шина – это шина, способная в случае частичной или полной потери воздуха в нОй сохранять движение и свои основные качества, достаточные для безопасного достижения ближайшего пункта технического обслуживания. В последние годы за такими шинами закрепилось название run-flat. Большинство ведущих шинных компаний мира ведет разработку run-flat шин, выданы сотни патентов на конструкции таких шин, обзор которых может быть темой самостоятельного интересного исследования. Однако до настоящего времени общепризнанной надежной конструкции безопасной шины не

существует, они выпускаются лишь небольшими партиями, а их рынок ограничен. Например, фирма Michelin разработала и с 2005 по 2008 год поставляла на американский рынок для некоторых моделей автомобилей «Хонда» run-flat систему PAX (рис. 3.3, 3.4). Как видно из рисунков, PAX состоит из аркоподобной по конфигурации профиля шины и специального обода. Конфигурация бортов шины и посадочного места обода обеспечивают надежное крепление борта при потере давления в шине. Кроме того, в центральной части обода располагается полиуретановое кольцо, служащее опорой беговой части при качении колеса со спущенной шиной. Система PAX, по данным фирмы Michelin, при потере давления воздуха в шине обеспечивает безопасный пробег до 200 км на скорости более 80 км/ч. Однако фирме не удалось решить проблему экономической эффективности применения таких шин и преодолеть технические сложности монтажа-демонтажа и ремонта. В начале 2008 года Michelin принял решение о прекращении работы по совершенствованию PAX [18].



Рис. 3.3. Шина PAX run-flat фирмы Michelin

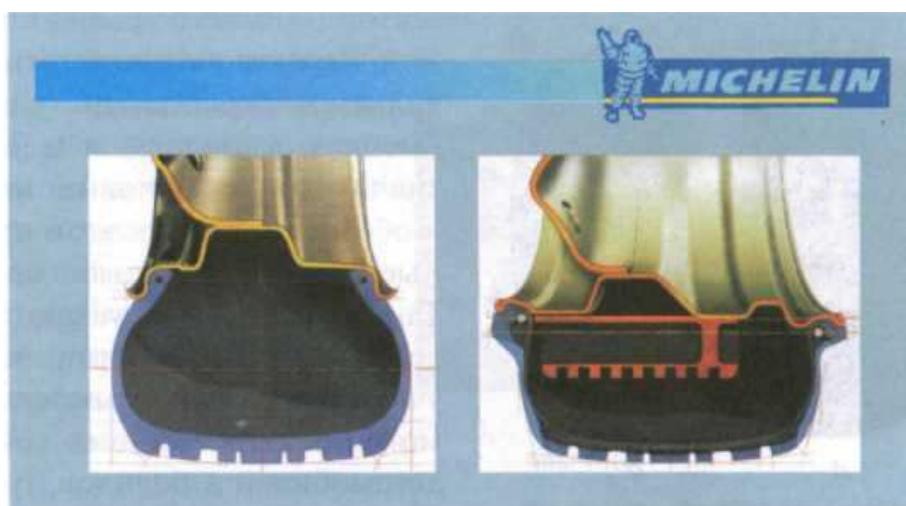


Рис. 3.4. Профиль обычной шины на ободу (слева) и шины PAX фирмы Michelin (справа)

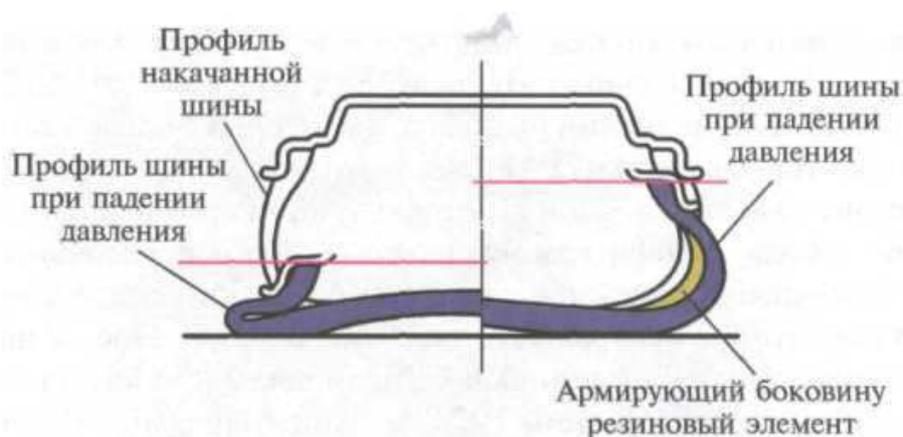


Рис. 3.5. Поперечное сечение (профиль) обычной шины (слева) и run-flat шины с армированной боковой стенкой

Другой пример шин run-flat — это шины с усиленными боковинами, благодаря которым при потере давления шина в основном сохраняет свою форму и способность к движению. Этот принцип использован, в частности, фирмой Bridgestone в ее run-flat шине (рис.3.5). Такая шина способна пробежать без давления до 80 км при скорости до 85 км/ч [23]. Однако усиленные боковины способствуют повышенному теплообразованию и преждевременному выходу шины из эксплуатации. Такие шины требуют замены уже через 25 тыс. км пробега, в то время как стандартные шины заменяют в среднем через 65 тыс. км пробега. Хотя применение таких шин дешевле, чем шин PAX, и они монтируются на стандартный обод, но их долговечность и эффективность, по мнению экспертов, пока недостаточна, чтобы реально конкурировать с обычными шинами [19].

ЗАО. Спортивные шины или шины для гоночных автомобилей



Рис. 3.6. Гоночная (а) и обычная дорожная (б) шины «Игл» («Eagle») фирмы Goodyear

занимают очень специфический сектор шинного рынка. Основной характеристикой этих шин является способность развивать высокую скорость, выдерживать значительные боковые нагрузки и обеспечивать при этом прекрасные тягово-сцепные свойства. Такие шины выпускаются для всех видов транспорта, которые участвуют в гонках: велосипедов, мотоциклов, легковых гоночных автомобилей и болидов, грузовых автомобилей. Для гонок на сухих покрытиях спортивные автомо-

бильные шины, как правило, не имеют рисунка протектора, для увеличения площади сцепления с дорогой. На кольцевых гонках левые и правые шины имеют различное внутреннее давление. На рис. 3.6 представлены гоночная и обычная шины «Игл» (Eagle) фирмы Goodyear сопоставимых размеров, а в *таблице 3.1* приведены сравнительные характеристики этих шин. Как видно из *таблицы 3.1*, ресурс спортивных шин очень мал, их протектор втрое тоньше, зато беговая дорожка на 30% шире, и они на 30% легче. К этому можно добавить, что стоимость приведенной в *таблице 3.1* спортивной шины почти вдвое выше, чем обычной.

Таблица 3.1

Параметры	Гоночная шина	Обычная шина
Средний пробег, км	250	80,000
Внутреннее давление, МПа	0,21 МПа — справа 0,31 МПа — слева	0,24 (с обеих сторон)
Газ, используемый для накачивания шины	сухой воздух или азот	атмосферный воздух
Толщина протектора, мм	3,2	9,5
Ширина беговой дорожки, мм	292,1	228,6
Масса шины, кг	10,9	13,6

3.11. Запасные шины

автомобилю возможность доехать до ближайшего сервиса при выходе из строя одной из штатных шин. Исходя из этой концепции запасные шины, которыми комплектуются некоторые современные легковые автомобили, отличаются от обычных шин меньшим размером (*рис. 3.7*) и заниженными эксплуатационными характеристиками — меньшей прочностью, выносливостью, скоростью и др. В то же время эти шины дешевле обычных, они легче и занимают в багажнике автомобиля меньше места.

Запасные шины¹ предназначены для того, чтобы обеспечить



Рис. 3.7. Запасная шина, установленная взамен обычной

¹ Большинство современных легковых автомобилей на отечественном рынке в качестве запасной шины имеют обычные (полноразмерные) шины.

3.12. «Умные» шины

Попытка создания такой конструкции шины, которая могла бы осуществлять самотестирование своего состояния, ведется как шинными компаниями, так и различными исследовательскими центрами. В последние годы с появлением бортовых автомобильных компьютеров и совершенствованием возможностей измерительных устройств и датчиков эти работы получают практическую реализацию. Например, специальные электронные датчики или микрочипы, располагаемые на ободе колеса во внутренней полости шины, в протекторе шины, распознают состояние шины, ее температуру и внутреннее давление, определяют остаточный ресурс рисунка протектора, сообщая на компьютер о необходимости замены шины и прочие характеристики работы шины (рис. 3.8).

В одном из американских университетов уже проходят испытания 24 экспериментальные шины, которые благодаря применению специальных сенсоров и особых многослойных материалов способны отслеживать любые изменения в своей структуре. Они предупреждают водителя о снижении давления, проколах, «грыжах», порезах, заводских дефектах покрышки, нарушении балансировки, неверной установке колеса и даже о возможных разрушениях шины, которые могут произойти в ближайшее время. В условиях массового производства, по расчетам исследователей, внедрение такой измерительной системы обойдется потребителю всего в 1 доллар, так что, возможно, в скором времени надпись «Умная шина» появится на боковине многих серийных шин.

3.13. Другие шины

В ряде случаев шины не совсем обычного применения могут отличаться по своим габаритам, нагрузке и другим характеристикам от

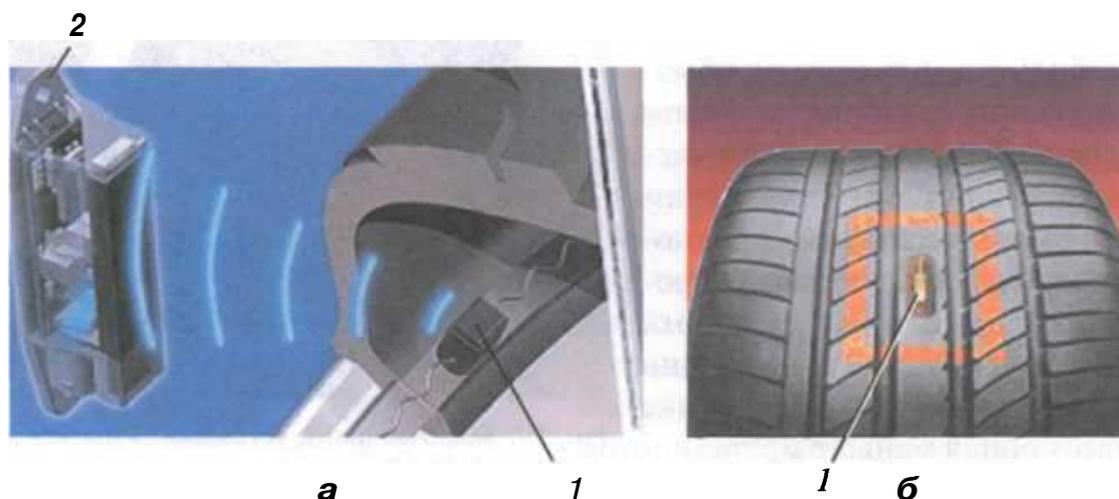


Рис. 3.8. Шины с датчиками (1), контролирующими их состояние, и беспроводное приемное устройство (2) в салоне автомобиля: а - датчик находится в зоне борта шины; б - датчик находится в зоне беговой дорожки

принятых стандартов и нормативов, например шины для поездов метро или шины автомобилей-«монстров» (рис.3.9).

Другой пример — литые шины с полиуретановым каркасом (рис. 3.10), отличающиеся высокой долговечностью, экономичностью, возможностью 100%-ной регенерации каркаса и повторного использования для производства новых шин.

Новейшие шины фирмы Michelin, как никакие другие, соответствуют названию данного подраздела: «Другие шины» (рис. 3.11 и 3.12). У этих шин эластичные элементы из синтетического материала, поддерживающие упругий цилиндр с резиновым протектором, способны заменить по прочности каркас и брекер и, одновременно, обеспечить амортизирующие свойства, подобно сжатому воздуху в традиционной пневматической шине. Если эта разработка фирмы оправдает ожидания и такие шины появятся на рынке, то они, очевидно, займут отдельный раздел в классификации.



Рис. 3.9. Автомобиль-«монстр»



Рис. 3.10. Шина с литым полиуретановым каркасом и резиновым протектором



Рис. 3.11. Новая шина фирмы Michelin



Рис. 3.12. Легковой автомобиль на новых шинах от фирмы Michelin

4. УСТРОЙСТВО ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ШИНЫ

Типовая камерная пневматическая шина (*рис. 4.1*) состоит из трех основных элементов: покрышки 3, камеры и ободной ленты (последняя применяется только для шин грузовых автомобилей). У камерных шин вентиль является элементом камеры.

Бескамерная пневматическая шина - это шина, в которой воздушная полость образуется покрышкой и ободом колеса (*рис. 4.2*). Бескамерные шины не содержат камеры и ободной ленты. В этом случае понятия покрышки и шины терминологически сливаются и часто используются как синонимы.

Бескамерные шины по сравнению с камерными обладают рядом эксплуатационных преимуществ. Они легче, меньше нагреваются вследствие лучшего отвода тепла через открытую поверхность обода и, соответственно, обладают большей прочностью при движении

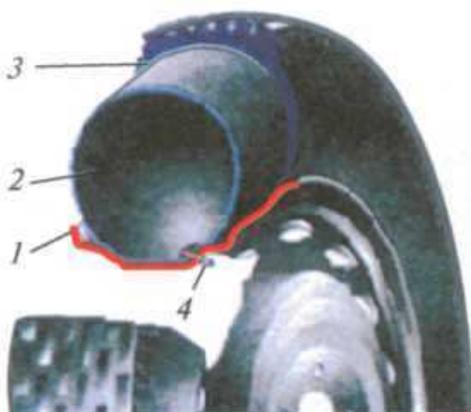


Рис. 4.1. Конструкция колеса с камерной шиной (для легкового автомобиля):
1 - обод колеса; 2 - камера;
3 - покрышка; 4 - вентиль

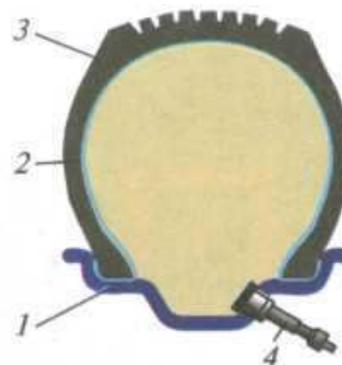


Рис. 4.2. Конструкция колеса с бескамерной шиной:
1 - обод колеса;
2 - герметизирующий слой;
3 - покрышка; 4 - вентиль

на высоких скоростях. Их легче обслуживать в эксплуатации, так как проколы бескамерной шины диаметром до 10—12 мм можно ремонтировать без их демонтажа. Просто и надежно крепится вентиль — на ободе колеса, а не на резиновой камере. Важнейшим преимуществом бескамерных шин является их повышенная безопасность: при проколах воздух из них стравливается постепенно и водитель успевает остановить машину до полной потери воздуха шиной, в то время как при проколе камерной шины воздух практически мгновенно выходит из полости камеры шины. Вместе с тем использование бескамерных шин требует особой осторожности при монтаже-демонтаже: борта шины и обод не должны иметь механических повреждений, нарушающих герметичность посадки шины на полки обода.

Бескамерные шины для легковых автомобилей монтируют на глубокие ободья такой же конструкции, как и для камерных шин. Наличие на глубоких ободьях наклона полки обода в 5° обеспечивает плотную посадку бортов.

Наклон полки и конфигурация плоского обода грузовых камерных шин не может обеспечить натяг при посадке борта шины и герметизацию бескамерной грузовой шины. Бескамерные грузовые шины монтируются на специальном, глубоком ободу, а геометрия и внутренняя структура борта этих шин отличается от камерных. Посадочный размер обода бескамерной грузовой шины больше, чем у заменяемого камерного аналога. Увеличение внутреннего пространства в ободьях позволяет использовать более мощные тормоза, что существенно повышает безопасность автомобиля.

Меридиональное сечение шины, т.е. сечение плоскостью, проходящей через ось вращения колеса, принято также называть профилем шины. Геометрические параметры профиля шины и обода и их соотношения в совокупности с параметрами несущей нагрузки и внутреннего давления имеют определяющее значение при характеристике любых пневматических шин. Это связано с тем, что напряженно-деформированное

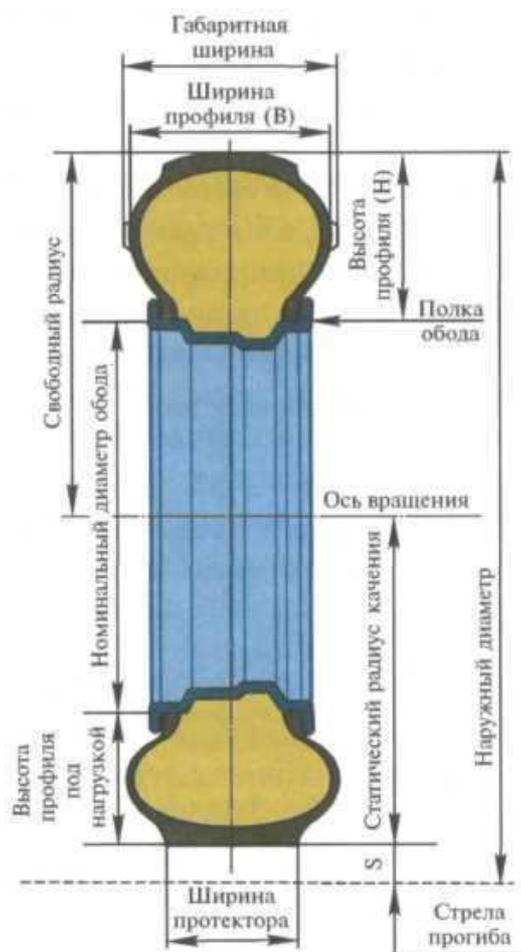


Рис. 4.3. Геометрические параметры профиля пневматической шины и обода

состояние шины, ее прочностные, жесткостные и демпфирующие свойства непосредственно связаны с конфигурацией ее конструктивных элементов. На *рис. 4.3* показаны основные параметры геометрии профиля типичной пневматической шины.

4.1. Покрышка

Покрышка воспринимает тяговые и тормозные усилия, обеспечивает сцепление с дорогой и реализует другие свойства пневматической шины. Основными типичными элементами покрышки являются каркас, брекер, протектор, боковина, борт и внутренний (герметизирующий у бескамерной шины) слой (*рис. 4.4*).

4.2. Камера

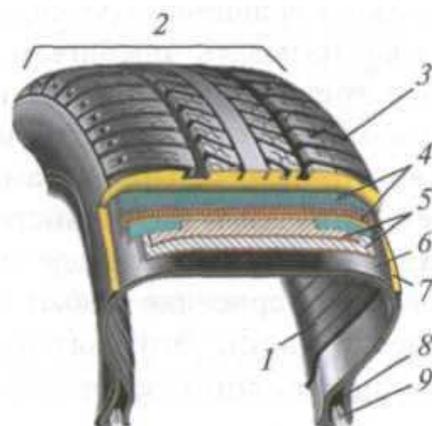
Ездовая камера представляет собой торообразную оболочку из воздухонепроницаемой резины, в которую встроен вентиль, служащий для поддержания рабочего давления в шине. Камера вставляется внутрь покрышки, а вентиль выводится наружу через специальное отверстие в ободе. При накачивании воздухом камера раздувается и придает шине проектную форму и размер. Ненакачанная камера в зоне беговой дорожки имеет большую толщину, так чтобы в накачанном состоянии стенки камеры имели одинаковую толщину по периметру. Типоразмер камеры должен точно соответствовать размеру шины и ни в коем случае не быть больше, так как в противном случае при накачивании шины у камеры образуются складки, которые приведут к ее повреждению и повреждению каркаса. В случае повреждения крепления вентиля или прокола камера может быть отремонтирована.

4.3. Резиновая ободная лента

Ободная лента предохраняет камеру грузовой шины от перетирания об обод колеса. Ободная лента изготавливается из наиболее дешевых резиновых смесей и в случае повреждения обычно не ремонтируется, а перерабатывается в регенерат.

Рис. 4.4. Типовая конструкция бескамерной шины или покрышки камерной пневматической шины:

- / - внутренний, герметизирующий слой бескамерной шины;
- 2 - протектор;
- 3 - плечевая зона;
- 4 - экранирующие слои брекера;
- 5 - основные слои брекера;
- 6 - слой каркаса;
- 7 - боковина;
- 8 - наполнительный шнур;
- 9 - борт шины и бортовое кольцо



4.4. Каркас

Каркас — это силовая основа шины, обеспечивающая ее прочность, воспринимающая внутреннее давление воздуха и нагрузку от дорожного покрытия. Каркас состоит из одного или нескольких наложенных друг на друга слоев обрешиненного корда, опоясывающих покрышку от борта до борта. В смежных слоях нити корда могут перекрещиваться между собой под определенным углом (в диагональных шинах) либо располагаться во всех слоях параллельно друг другу в меридиональном направлении от борта до борта (в радиальных шинах) (см. параграфы 6.1, 6.2). В зависимости от конструкции каркаса, типа размера шины, допустимой нагрузки и давления воздуха число слоев корда в каркасе может изменяться от 1 до 16 и более (в грузовых, авиационных, сельскохозяйственных, крупногабаритных шинах и пр.). Кордные нити несут основную нагрузку во время работы шины, обеспечивая последней прочность и эластичность. Сами по себе кордные нити выдерживают только растягивающую нагрузку и не способны противостоять изгибу или сжатию. Однако в процессе обрешинивания и последующей вулканизации возникают механические и частично химические связи корда с резиной, резинокордное полотно приобретает необходимые свойства. Резина предохраняет кордные нити от влаги, перетирания и способствует равномерному распределению нагрузок между ними. Каркас защищается от внешних воздействий покровными резиновыми деталями — протектором в зоне контакта шины с дорогой, боковиной, бортовыми лентами в зоне крепления шины на ободе.

4.5. Брекер

Брекер вместе с каркасом обеспечивает восприятие шиной силовых нагрузок и состоит из двух или более слоев обрешиненного корда, расположенных в зоне беговой дорожки шины между каркасом и протектором. Нити корда в слоях брекера принимают на себя значительную часть напряжений, возникающих от внутреннего давления воздуха, разгружая, таким образом, нити корда каркаса и одновременно защищая каркас от механических повреждений со стороны беговой дорожки. Брекер также смягчает воздействие ударных нагрузок на каркас шины и способствует более равномерному распределению их по поверхности покрышки. Кроме того, брекер придает дополнительную жесткость резиновому протектору, способствуя повышению его износостойкости. Конструкция брекера зависит от типа и назначения покрышки и оказывает серьезное влияние на работоспособность шины в целом. В брекере нити корда в смежных слоях пересекаются друг с другом и с нитями корда смежного слоя каркаса, т.е. расположены диагонально, независимо от конструкции шины.

В конструкции брекера современных шин металлокордные слои комбинируются с более «мягкими» текстильными кордами. Типичная конструкция брекера содержит не менее двух основных слоев с углом наклона нитей корда около 70° к меридиану. Кроме того, для придания брекеру дополнительных свойств часто применяются вспомогательные слои с углом наклона от 30° до 90° к меридиану, т.е. в последнем случае ориентированных в окружном направлении. Вспомогательные слои расположены под протектором над основными слоями брекера. Ширина основных слоев брекера обычно близка к ширине беговой дорожки протектора. Ширина вспомогательных слоев варьируется в широких пределах и определяется их назначением. Брекер воспринимает многократные деформации на растяжение, сжатие и сдвиг, что приводит к значительному теплообразованию. В связи с недостаточной теплопроводностью резины брекерный слой, как правило, имеет более высокую температуру в сравнении с другими элементами покрышки (до 120°C). Поэтому он более уязвим для внутренних разрушений, чем другие элементы конструкции шины, особенно по кромкам. Для повышения работоспособности в брекере применяются специальные резины, которые должны обеспечивать плавный переход жесткости от каркаса к протектору. Этой цели служат и упомянутые вспомогательные слои в его конструкции.

4.6. Протектор

Протектор обладает износостойкостью и обеспечивает доремонтный ресурс шины, сцепление колеса с дорогой, а также существенно влияет на топливную экономичность, уровень шума и вибраций. Кроме того, протектор защищает брекер и каркас от толчков, ударов, проникновения влаги и других внешних воздействий. Ширина протектора ориентировочно составляет 70—80% ширины профиля шины.

На наружной поверхности протектор имеет рельефный рисунок в виде выступов и канавок. Выступы часто бывают дополнительно расчленены прямыми или зигзагообразными щелевыми прорезями. Дизайн и глубина рисунка протектора оказывают чрезвычайно важное влияние на свойства шины, определяя ее ресурс и способность работать в тех или иных условиях эксплуатации. Более глубокий рисунок обеспечивает больший ресурс шины и дольше защищает каркас и брекер от внешних воздействий. Однако при этом повышаются гистерезисные потери (см. параграф 7.1) и теплообразование в резине, шина перегревается, ухудшаются физико-механические свойства резины протектора, в том числе его износостойкость. Обычно глубина рисунка протектора у шин легковых автомобилей колеблется от 6 до 12 мм, у шин грузовых автомобилей — от 12 до 22 мм, у крупногабаритных и арочных шин достигает 40—70 мм и более.

Нерасчлененная смежная с брекером часть протектора называется подканавочным слоем. Подканавочный слой защищает брекер от повреждений и обеспечивает переход от жесткого относительно малодеформируемого брекера к подвижным в контакте с дорогой элементам рисунка протектора. Слишком тонкий подканавочный слой не способен выдержать возникающие в нем напряжения и приобретает склонность к растрескиванию. Кроме того, при этом ухудшается защитная функция протектора, особенно по мере износа рисунка. Более толстый подканавочный слой лучше защищает каркас и брекер от внешних воздействий. Однако при этом ухудшаются условия теплоотвода от внутренних элементов конструкции шины, повышаются гистерезисные потери и теплообразование в самом протекторе, шина перегревается, создаются условия для появления внутренних расслоений и трещин. Обычно толщина подканавочного слоя составляет 20—30% от общей толщины протектора.

Центральная часть протектора, постоянно находящаяся в контакте с дорожной поверхностью, называется беговой дорожкой. Ширина беговой дорожки либо равна ширине протектора, либо может быть уже до 10—15%. Ширина и кривизна беговой дорожки, а также дизайн рисунка протектора в сочетании с шириной, кривизной и структурой брекера существенным образом влияют на интенсивность и равномерность износа рисунка протектора в эксплуатации.

Часть протектора, расположенная между беговой дорожкой и боковиной шины образует плечевую зону шины. Эта зона характеризуется резким изменением толщины от беговой дорожки к боковине. Элементы конструкции шины, находящиеся в этой зоне способствуют увеличению боковой жесткости шины, воспринимают часть боковых нагрузок, передаваемых беговой дорожкой, и таким образом оказывают существенное влияние на устойчивость и управляемость автомобиля.

4.7. *Конструкция рисунка протектора*

По типу рисунка протектора шины легковые делятся на летние, зимние и всесезонные, грузовые — на дорожные и универсальные. Все они значительно отличаются друг от друга как строением протектора, так и составом резиновой смеси. Кроме того, и легковые и грузовые шины могут иметь направленный, или асимметричный, рисунок протектора.

4.7.1. *Особенности конструкции рисунка протектора легковых шин*

Летние шины обеспечивают управляемость и хорошие тягово-тормозные характеристики на сухой и мокрой дороге при отсутствии на ней снега и льда. Типичный летний рисунок протектора состоит из



Рис. 4.5. Рисунок протектора летней шины

относительно несложных по конфигурации блоков (выступов), обеспечивающих оптимально возможный по площади контакт с дорогой. Блоки разделены узкими открытыми канавками, направленными от центра наружу под углом к плоскости качения, служащими для эффективного отвода воды из зоны контакта при езде по мокрой дороге. Центральная часть рисунка может содержать продольные канавки или ребра, призванные улучшить устойчивость, способность шины к сохранению направления движения (рис. 4.5).

Зимние шины имеют максимальное сцепление с дорогой при движении по снегу и льду. Характерный рисунок протектора обеспечивает отвод снега из зоны пятна контакта, и отличается повышенными сцепными свойствами, а применение специальной рецептуры протекторных резиновых смесей способствует сохранению этих свойств даже при очень низких температурах. Элементы зимнего рисунка протектора обычно снабжены глубокими канавками и специальными прорезями — ламелями, которые отводят, впитывают влагу и, подобно присоскам, сцепляются с обледеневшей или заснеженной трассой.

На рис. 4.6 показаны примеры рисунков протектора зимних фрикционных (нешипованных) шин производства компании Amtel-Vredestein. В таблице 4.1 представлены результаты сравнительных испытаний летних (Planet 2P) и зимних фрикционных шин (NordMaster CL) (в характерных для Европы зимних условиях эксплуатации — при температуре от 0 до 5–7°C). Как видно из таблицы, зимние шины, по сравнению с летними, на 10% сократили тормозной путь автомобиля на влажной дороге.



Рис. 4.6. Зимние фрикционные шины Amtel-Vredestein моделей WinTrac Xtreme и NordMaster CL

Таблица 4.1

Тип шин	Коэффициент сцепления	Тормозной путь
Зимние шины	0,647	21,87
Летние шины	0,581	24,36

Шины, предназначенные для зимних условий эксплуатации, всегда имеют специальные обозначения на боковине в виде текста, например SNOW (снег) или MUD+SNOW (грязь + снег). Иногда используются первые буквы этих слов — M+S либо вместо текста гравировается снежинка (см. *рис. 10.4*) или какое-либо другое понятное обозначение.

У некоторых моделей часто имеются и специальные отверстия для монтажа шипов противоскольжения либо шипы, установленные непосредственно производителем (*рис. 4.7*).

Применение зимних шин на заснеженных и обледеневших дорогах существенно повышает безопасность движения. Поэтому законодательства некоторых стран обязывают использовать их в зимнее время. В то же время улучшение сцепных свойств зимних шин может сопровождаться снижением управляемости, повышением внутреннего трения и теплообразованием на сухом покрытии, а также более высоким уровнем шума при движении и достаточно быстрым износом протектора. Кроме того, шипы разрушают поверхности не заснеженной дороги. По данным Института дорог и транспорта Швеции, автомобиль с шипованными шинами за 1 км проезда по асфальту «выгрызает» в среднем 30 г дорожного покрытия. На момент исследований в 1989 году при парке легковых автомобилей Швеции около 3 млн (меньше, чем сейчас в Москве) загрязнение атмосферы асфальтовой пылью и другими вредными взвешенными в воздухе частицами было оценено в объеме 450 000 тонн. Поэтому езда на зимних шинах в летнее время не рекомендуется, а применение шипов ограничивается или даже запрещается в некоторых странах и районах.

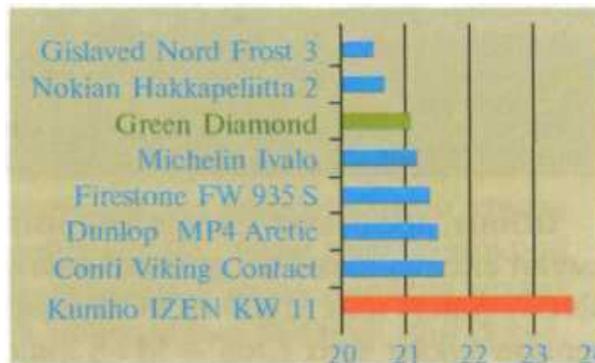
Известен положительный опыт использования зимних шин с рисунком протектора, наполненным твердыми включениями (шины фирмы Bridgestone), мелкими абразивными гранулами корунда, карборунда (шины Green Diamond) и даже мелкодробленой скорлупой грецких орехов (шины фирмы Тоуа), повышающих сцепление с обледенелым до-



Рис. 4.7. Зимняя шипованная шина



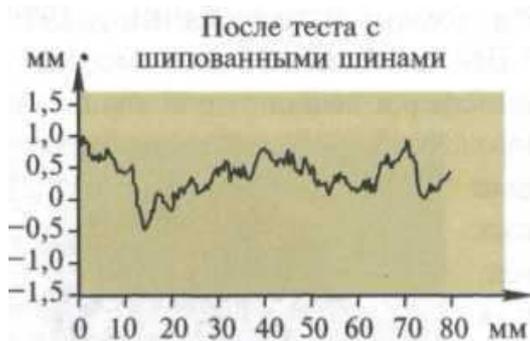
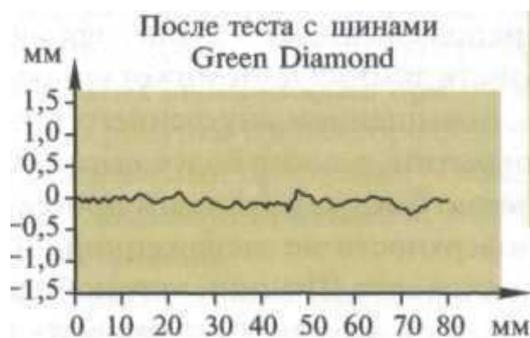
На обледенелом покрытии, м (начальная скорость 50 км/ч)



На сухом асфальте, м (начальная скорость 60 км/ч)

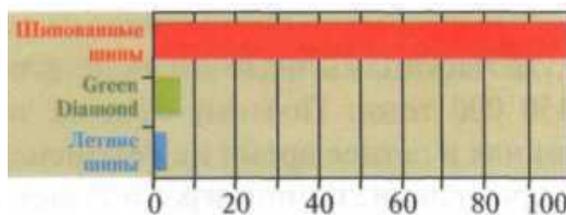


б



в

Относительная скорость разрушения асфальта, %



г

Рис. 4.8. Шина Green Diamond с гранулами абразива в рисунке протектора и ее сравнение с лучшими шипованными шинами:

- а - шина Green Diamond;
- б - результаты сравнительных испытаний шины Green Diamond с лучшими шипованными шинами (оценка тормозного пути на обледенелом покрытии и на сухом асфальте);
- в - фрагменты изменения профиля асфальтового покрытия по итогам тестов BAST шин Green Diamond и шипованных шин;
- г - относительная скорость разрушения асфальта различными шинами. Показатели изменения профиля асфальтового покрытия шипованными шинами (фрагмент «в») и относительная скорость разрушения ими асфальта (фрагмент «г») взяты средними для 8 моделей, указанных на фрагменте «б»

рожным покрытием и не разрушающих его. По результатам сравнительных испытаний в Институте дорог и транспорта Швеции (рис. 4.8, б) шины Green Diamond по сцепным свойствам находятся на уровне лучших шипованных шин. В отличие от последних, они сохраняют эти свойства до полного износа рисунка протектора. При езде по дорогам с твердым покрытием разрушение дорожного полотна (рис. 4.8, г) и загрязнение окружающей среды на порядок меньше. Существенно снижается шумообразование.



Рис. 4.9. Всесезонная шина

Зимние шины по сравнению с аналогичными летними имеют худшие показатели сопротивления качению и топливной экономичности из-за их большей массы, глубины и расчлененности рисунка протектора. Применение в рецептуре резин зимних шин активных высокодисперсных наполнителей Silica позволяет улучшить характеристики их топливной экономичности при одновременном улучшении параметров сцепления протектора с мокрой и заснеженной дорогой (см. параграф 5.1).

Всесезонные шины (рис. 4.9) сочетают хорошие сцепные свойства и управляемость на мокрой или заснеженной дороге с достаточным комфортом и высокой износостойкостью протектора. Конечно, все-сезонные шины по своим характеристикам уступают зимним шинам зимой, а летним — летом. Это — компромиссный вариант.

Наибольшее распространение такие шины имеют в районах с умеренным климатом и в городах, где в зимний период дороги очищаются ото льда и снега. Типичный рисунок протектора все-сезонной шины в центральной своей части близок к рисунку летних шин, но по углам он продлевается за пределы беговой дорожки и имеет поперечные расчленения, образующие «грунтозацепы» для лучшего сцепления на грязной или заснеженной дороге.

Шины с направленным рисунком протектора (рис. 4.10) наилучшим образом позволяют реализовать заложенные в них характеристики только при вращении шины в одном направлении. Неправильная установка такой шины не только снижает ее эффективность, но и может отрицательно повлиять на безопасность движения. Не всегда по конфигурации рисунка протектора



Рис. 4.10. Гравировка на боковине шины с направленным рисунком протектора



Рис. 4.11. Асимметричный рисунок протектора шины Eagle F1 фирмы Goodyear (фирма выпускает 22 типоразмера асимметричных шин с посадочными диаметрами обода 17", 18", 19", 20")

можно однозначно определить, должна шина устанавливаться исключительно в определенном направлении или нет. На боковине таких шин обязательно гравировается надпись «Directional» или «Rotation» и дополнительно стрелкой указывается правильное направление вращения и/или размещается другая интуитивно понятная символика, позволяющая избежать ошибки.

Асимметричный рисунок протектора (*рис. 4.11*) имеет различный дизайн на наружной и внутренней стороне беговой дорожки. Конструкцией такого рисунка учитываются углы наклона, с которыми колесо с шиной устанавливается на автомобиле. Это позволяет улучшить условия контакта с дорожным покрытием, снизить износ и шумообразование.

Типичный асимметричный рисунок имеет более глубокие канавки на внутренней стороне. На боковине асим-

метричной шины гравировается указание об этом — «Asymmetric» и обязательно указывается, какая сторона наружная (outside или outer) (*рис. 4.12*). Кроме того, производители могут наносить на боковине дополнительные знаки, такие как указание внутренней стороны шины (inside), разнонаправленные стрелки и другие интуитивно понятные знаки, уменьшающие вероятность ошибки при установке шины.

В ряде случаев шина может иметь рисунок протектора асимметричный и однонаправленный одновременно. В этом случае на боковине шины гравироваются указатели на обе особенности конструкции (*рис. 4.13*).



Рис. 4.12. Гравировка на наружной боковине шины с асимметричным рисунком протектора (outer - внешняя сторона)

Шины с рисунком протектора, состоящим преимущественно из окружных зигзагообразных ребер, имеют меньшие потери, чем с рисунком из отдельно стоящих элементов, так как последние во время качения шины деформируются в большей степени. Чем больше глубина рисунка протектора, тем более он энергоемок. Поэтому шины с зимним рисунком протектора (или универсальным для грузовых шин), состоящим преимущественно из относительно глубоких грунтозацепов и шашек, уступают по экономичности летним (дорожным) шинам с неглубокими элементами, объединенными в продольные ленты. В комбинированных условиях эксплуатации применяется компромиссная конструкция рисунка протектора, состоящая из грунтозацепов по углам беговой дорожки и продольных ребер в центральной ее части. С точки зрения потерь на качение шина с таким рисунком занимает промежуточную позицию между летними (дорожными) и зимними (универсальными) шинами.

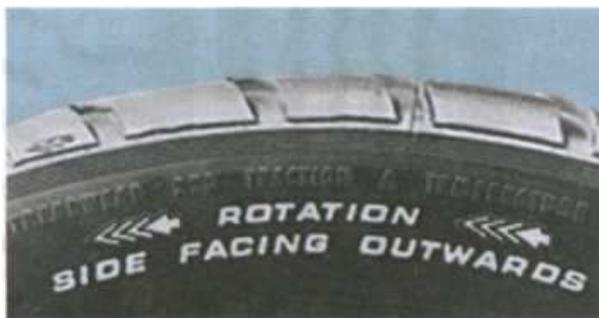


Рис. 4.13. Пример обозначения асимметричного (side facing outward - сторона, смотрящая наружу) и одновременно однонаправленного рисунка протектора (rotation - вращение по стрелке)

Очевидно, что грамотная эксплуатация шин требует их своевременной сезонной замены. Использование летних шин зимой чревато аварией, эксплуатация зимних шин летом — повышает расход топлива и сокращает срок их службы

4.7.2. Особенности конструкции рисунка протектора грузовых шин

Принято разделять рисунки протектора грузовых шин на три группы в соответствии с дорожными условиями, в которых будет преимущественно эксплуатироваться шина. На *рис. 4.14* представлены типы рисунков каждой из этих групп.

Дорожный рисунок обычно состоит из расположенных в окружном направлении зигзагообразных ребер, расчлененных многочисленными ножевыми прорезями. Рисунок не развит по углам беговой дорожки. Такой рисунок хорошо держит дорогу, имеет большую площадь контакта с поверхностью дороги и обеспечивает хорошее сцепление на сухой дороге. Канавки такого рисунка обычно имеют относительно небольшую глубину — 13–14 мм. Шины этого типа особенно эффективны на передних осях автотягачей и автобусов.

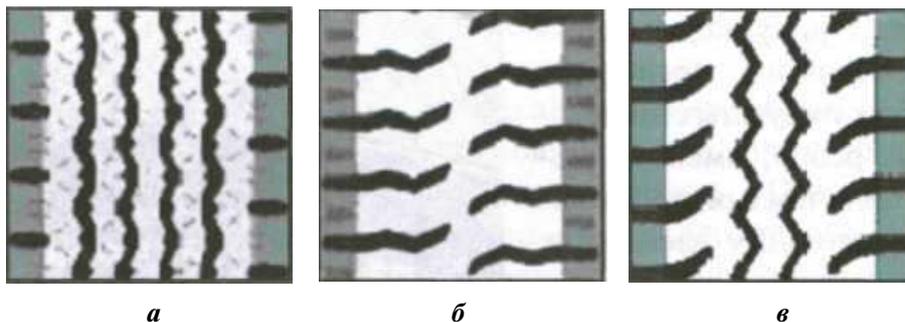


Рис. 4.14. Типы рисунков протектора грузовых шин: *а* - дорожный; *б* — повышенной проходимости; *в* - универсальный

Рисунок грузовых шин повышенной проходимости имеет глубокие — до 22 мм и более — поперечные канавки, образующие грунтозацепы и заходящие на боковины. Такой рисунок обеспечивает прекрасные тягово-тормозные характеристики, в том числе и на загрязненной дороге, но обладает повышенным сопротивлением качению и уровнем шума на больших скоростях. Этот тип шин наиболее эффективен при использовании на задних тяговых осях автомобилей и автобусов.

Универсальный рисунок протектора является комбинацией дорожного и повышенной проходимости. Центральная его часть имеет окружные ребра и канавки, а по углам располагаются массивные грунтозацепы. Шины с таким рисунком используются как на передних, так и на задних осях автомобилей и автобусов.

4.8. Боковина

Боковиной называется покровная резина боковой стенки шины, расположенная между плечевой зоной и бортом. Это относительно тонкий слой эластичной резины, являющийся продолжением протектора, предохраняющий каркас от влаги и механических повреждений. На боковинах нанесены маркировка шины и другие надписи и обозначения.

4.9. Борт

Борт — это деталь шины, которой она «сажается» на обод автомобильного колеса. Конструкция борта должна обеспечивать надежную фиксацию шины на ободе, исключая проскальзывание относительно обода при резком разгоне или торможении автомобиля, а также герметичность контакта с ободом в бескамерных шинах. Необходимая прочность и стабильность формы борта обеспечиваются бортовым кольцом, навитым или сплетенным из металлической проволоки, и наполнительным шнуром из резины повышенной твердости. Бортовое кольцо служит также для крепления каркаса, а конструкция и резина наполнительного шнура позволяют поддерживать необходимую конфигурацию каркаса в зоне борта и сглаживают переход от жесткого

кольца к эластичной боковой стенке шины. В зависимости от нагрузки шины и конструкции ее каркаса в борте некоторых грузовых, крупногабаритных, авиационных и других шин используют два и более бортовых колец. С наружной стороны борта располагается бортовая лента из резины, прорезиненной ткани или корда, предохраняющая борт от истирания об обод и повреждения при монтаже и демонтаже.

4.10. Внутренний (герметизирующий) слой

Внутренняя поверхность покрышки от борта до борта закрывается специальным резиновым слоем, который защищает каркас от повреждения при возможных смещениях и трении о камеру в процессе ее накачивания и эксплуатации. В бескамерных шинах этот внутренний слой изготавливается из газонепроницаемой резины с целью герметизации шины и в этом случае его называют герметизирующим слоем.

5. МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШИН

Современная типичная пневматическая шина состоит из основных материалов, изображенных на *рис. 5.1*.

Материалы, из которых изготавливались шины первого поколения (до конца 30-х годов прошлого века), были естественного происхождения — натуральные каучуки в резине и природные, в основном хлопковые, волокна в качестве армирующих элементов. Повышение скоростей и плеч перевозок, возрастание роли транспорта как быстрого и надежного средства коммуникации привели к появлению новых конструкций ходовой части автомобилей. Для шин стали важными высокие динамические и статические характеристики упругости, способность к созданию поперечных управляющих сил, передачи крутящего момента при поворотах колеса, свойства гашения вибрации различных частот, максимально возможная скорость качения. Создание шин, удовлетворяющих **новым высоким** требованиям автомобилистов, потребовало разработки новых синтетических материалов для их производства. К исследованию шин подключились ученые. Ускорению этих работ способствовала



Рис. 5.1. Основные материалы, применяемые для производства типичной пневматической шины

Вторая мировая война, во время которой натуральные материалы стали недоступны для производителей шин. Со временем технические характеристики синтетических каучуков и нитей достигли уровня своих природных аналогов, а в ряде случаев превзошли их.

5.1. Резина

Общие требования к резинам для шин: высокая усталостная выносливость и малое теплообразование, к резинам для протектора, кроме того, — износо- и атмосферостойкость, для каркаса — высокая эластичность, для брекера — теплостойкость, для ездовых камер — газо- непроницаемость. Резина содержит натуральные и/или синтетические каучуки, смешанные с серой. Содержание серы составляет 1–4% от массы каучука. При нагревании смеси сера связывает молекулы каучука, и резина приобретает упругие свойства. Этот процесс был открыт американским изобретателем Гудиром в 1844 году и называется вулканизацией резины. Натуральный каучук (НК) добывают из млечного сока каучукового дерева — гевеи, произрастающего в странах с тропическим климатом. Резиновые смеси на основе НК — высокоэластичные, характеризуются низким теплообразованием при многократных деформациях, сохраняют прочность при высокой и низкой температурах. Они могут использоваться в различных климатических условиях. Известно достаточное число групп синтетических каучуков (СК), обладающих различными специфическими свойствами, которых не имеет натуральный каучук. Бутадиеновый каучук придает шинам высокую износостойкость и морозоустойчивость, поэтому его используют для производства протекторных резин. Бутадиен-стирольные и бутадиен-метилстирольные каучуки используют для изготовления камер. Герметизирующий слой бескамерных шин изготавливается из галобутиловых каучуков.

Для придания резине специфических шинных свойств в нее добавляют различные наполнители. С 1910 года и до настоящего времени незаменимым наполнителем резины остается технический углерод — черная сажа, благодаря которой резина приобретает высокую прочность, износостойкость и черный цвет. Основные материалы, применяемые для производства шин, даны в *таблице 5.1*.

Другие компоненты, входящие в состав резиновой смеси, позволяют придать резине необходимые технологические и эксплуатационные свойства. Это различные ускорители и замедлители вулканизации, мягчители, пластификаторы, противостарители, красители, вещества, придающие резине прочность, износостойкость, морозо- или теплоустойчивость и др. Резина менее ответственных элементов шины может содержать регенерат — пластичный продукт, получаемый специальной обработкой старых резиновых изделий (покрышек, камер),

Таблица 5.1

Наименование	Легковая шина	Грузовая шина
Натуральный каучук, %	14	27
Синтетический каучук, %	27	14
Технический углерод, %	28	28
Металл, %	14-15	14-15
Текстильные и другие материалы, %	16-17	16-17
Масса (в среднем), кг	12	55

который применяют для некоторого уменьшения расхода каучука при изготовлении шин. Ободные ленты грузовых шин обычно изготавливают полностью из регенерата.

В зависимости от назначения изготавливают различные резиновые смеси: протекторную, каркасную, брекерную, камерную, герметизирующего слоя и др.

Одно из наиболее значительных усовершенствований рецептуры шинных резин последнего десятилетия прошлого века — применение высокодисперсного активного кремнезем/силанового наполнителя Silica (осажденные кремнекислоты с органосилановыми сшивающими агентами). Этот наполнитель позволяет существенно повысить весь комплекс прочностных и гистерезисных свойств резины, улучшить сцепление шины с мокрой, заснеженной дорогой и одновременно повысить износостойкость, снизить сопротивление шины качению и соответственно расход автомобильного топлива. Его применяют вместо сажевого наполнителя или совместно с ним в производстве «зеленых» (экологичных) легковых шин, особенно зимних, а также для шин грузовых автомобилей, занятых преимущественно на дальних перевозках, для которых особенно важна топливная экономичность. Этот наполнитель пока заметно дороже сажи и применяется в основном в резинах шин высокого класса в сочетании с традиционной сажей. Со временем, когда кремниесилановый или подобный ему наполнитель вытеснит сажу из состава шинных резин, на дорогах появятся цветные шины в тон автомобилю или... костюму водителя.

5.2. *Текстильный корд и ткани*

В различных конструкциях шин используются технические ткани — корд, чефер, доместик и бязь.

Корд — это ткань, состоящая из прочных нитей основы, удерживаемых в полотне редкими и слабыми нитями утка. Отдельная кордная нить способна выдержать нагрузку до 160 кг и выше. Корд является основной тканью, из которой изготавливают каркас, усиливающие и защитные (экранирующие) слои в брекере и борте.

Из чефера делают усилительные ленты бортов покрышки. Доместик и бязь заменяют чефер в тех случаях, когда требуется малая толщина этих лент.

Ткани для покрышек изготавливают из вязкого шелка, капрона, нейлона, анидного и полиэфирного кордов. В последнее время применяют высокомодульный арамидный корд, по прочности близкий металлокорду, в то же время он в 5 раз легче металлокорда и не подвержен коррозии. Применение арамидного корда в современных конструкциях шин взамен металлокорда или в сочетании с ним позволяет заметно снизить массу шины, потери на ее качение и соответственно расход топлива. Получили применение и гибридные виды кордов. Например, гибрид из арамидных и нейлоновых нитей, имеющий по сравнению с арамидом повышенную усталостную выносливость.

Для обеспечения высокой прочности связи резины с кордом и тканью последние пропитывают специальными составами на основе синтетических латексов. Масса текстильных материалов составляет до 20% общей массы покрышки, а их стоимость может достигать 30% от стоимости всех материалов покрышки.

5.3. Металлокорд

Металлокордная нить (рис. 5.2) представляет собой канатик, скрученный из стальных латунированных проволок диаметром 0,15–0,25 мм. Проволоку латунируют для создания необходимой прочности ее связи с резиной. Металлокорд по сравнению с текстильными кордами обладает рядом уникальных свойств, такими как прочность, изгибная жесткость, теплопроводность и малое удлинение. Изменяя конструкцию — количество и калибр нитей, направление и шаг их

Металлокордная нить (рис. 5.2)

представляет собой канатик, скрученный из стальных латунированных проволок диаметром 0,15–0,25 мм. Проволоку латунируют для создания необходимой прочности ее связи с резиной. Металлокорд по сравнению с текстильными кордами обладает рядом уникальных свойств, такими как прочность, изгибная жесткость, теплопроводность и малое удлинение. Изменяя конструкцию — количество и калибр нитей, направление и шаг их скручивания, — получают заданные прочностные и жесткостные свойства металлокорда.

В конструкции современных шин обычно используется 2 — 3 и более различных марок металлокорда одновременно. В брекере легковых радиальных шин используют, как правило, два слоя тонкого металлического корда. В брекере отечественных грузовых шин с текстильным каркасом обычно применяется 4 слоя металлокорда. Широко используется металлокорд в каркасе и брекере грузовых и автобусных,

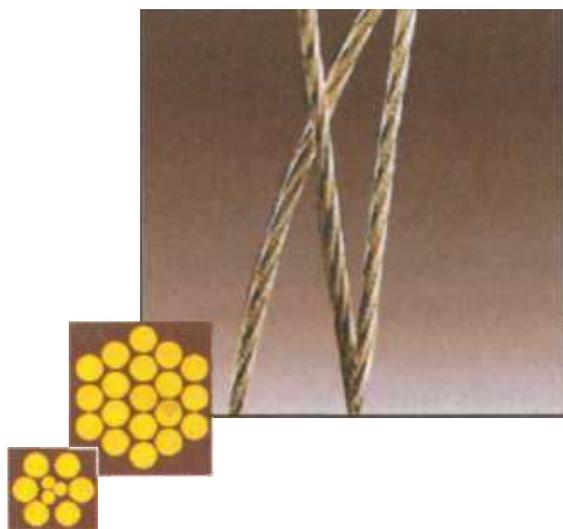


Рис. 5.2. Нити металлокорда и примеры их конструкции

крупногабаритных и сверхкрупногабаритных шин, в шинах специального назначения. Разработка сверхтонких и эластичных металлокордов делает возможным их применение в каркасе легковых шин.

Применение высомодульных кордов в каркасе и брекере шин позволяет уменьшить количество армирующих слоев без потери прочности шины, способствует снижению деформаций резины в слоях и межслойном пространстве, что позволяет существенно снизить потери на качение в шине.

5.4. Металлическая проволока

На изготовление бортовых колец легковых и грузовых шин идет стальная латунированная проволока. Бортовые кольца крупногабаритных шин изготавливают из стальной латунированной ленты различного сечения. Проволоку латунируют, как и металлокорд, для повышения прочности ее связи с резиной.

5.5. Технологический процесс шинного производства

Технологический процесс шинного производства включает следующие операции: приготовление резиновых смесей в смесителях, обработка корда (пропитка синтетическими латексами, термическая вытяжка, стабилизация, обкладка резиной на каландрах); заготовка деталей шины (раскрой обрезаемого корда, стыковку кусков, наложение на них резиновых прослоек, профилирование заготовки протектора на экструдерах, изготовление деталей борта и др.), сборка покрышек на специальных станках, формование и вулканизация покрышек в так называемых форматорах-вулканизаторах, изготовление заготовок ездовых камер на экструдерах и их вулканизация в пресс-формах. Многие операции технологического процесса осуществляются на поточно-автоматических линиях (например, изготовление резиновых смесей, сборка и вулканизация покрышек).

6. ОСОБЕННОСТИ ШИН РАЗНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

По основным конструктивным особенностям шины разделяют:

- в зависимости от расположения нитей корда в каркасе — на шины радиальные (R) и диагональные (D);
- по типу корда в каркасе и брекере — на комбинированные или целиком металлокордные (ЦМК);
- по форме профиля поперечного сечения — на шины обычного профиля, широкопрофильные, низкопрофильные, сверхнизкопрофильные, арочные.

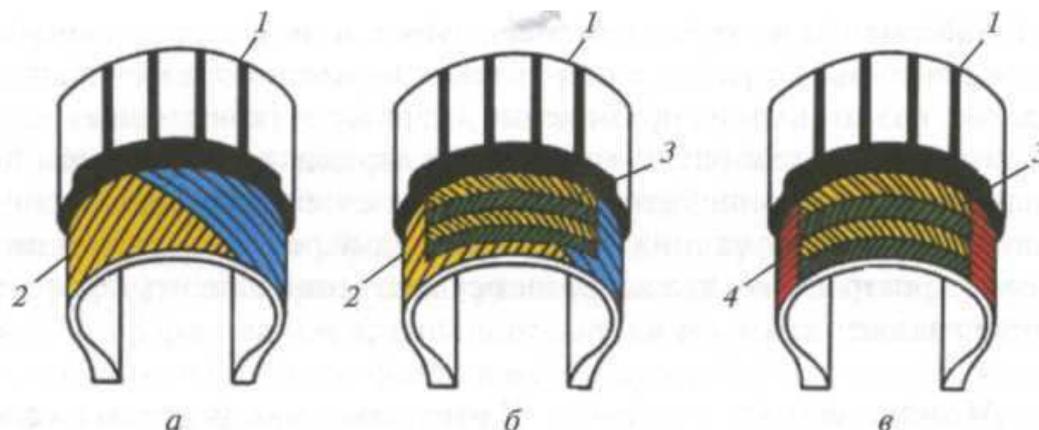


Рис. 6.1. Конструкция диагональной шины без брекера (а), с брекером (б) и радиальной шины (в):

1 - протектор шины; 2 - перекрещивающиеся слои каркаса диагональной шины; 3 - перекрещивающиеся слои брекера; 4 - меридиально расположенные слои каркаса радиальной шины

6.1. Диагональные и радиальные шины

В зависимости от направления нитей корда в каркасе различают шины диагональные (D) и радиальные (R) (рис. 6.1, 6.2.). В диагональных шинах нити корда образуют по экватору угол с меридианом (β_k) от 55° до 60° и перекрещиваются в смежных слоях (рис. 6.1 а, б). Для обеспечения симметричности в диагональных шинах каркас должен состоять из четного числа слоев. В процессе эксплуатации слои корда и межслойная резина деформируются, шина нагревается. Это ограничивает скорость качения диагональных шин, превышение допустимой скорости резко увеличивает потери на качение, приводит к внутренним расслоениям.

В радиальных шинах нити корда в каркасе расположены вдоль меридиана (от борта до борта), угол ($\beta = 0$, а в брекерном поясе - под углом).



Рис. 6.2. Схема расположения нити корда в слое корда каркаса диагональной шины:

β - наклон нити корда к меридиану в любой точке;
 β_k - наклон нити корда каркаса к меридиану по экватору
 $(\sin \beta = r/R \sin \beta_k)$

При меридиональном расположении нитей корда в каркасе усилие в нитях корда N_k^1 значительно меньше, чем при диагональном. В брекере шины типа R усилие в нитях корда $N_{бр}^2$ снижается с увеличением угла (β , т.е. с приближением их расположения к окружному (вдоль экватора).

В каркасе радиальной конструкции отпадает необходимость соблюдения четности количества слоев. В шинах типа R с текстильным кордом в каркасе одинаковая с диагональной шиной прочность достигается вдвое меньшим числом слоев. Брекер шин типа R изготавливают из металлокода с направлением нитей, близким к окружному. Он обладает высокой прочностью и жесткостью. Шина типа R, опоясанная труднорастяжимой гибкой лентой брекера, ведет себя при качении колеса подобно гусенице. В результате рисунок протектора деформируется меньше, чем у шин диагональной конструкции, уменьшается проскальзывание элементов его рисунка в зоне контакта с дорогой, в 1,5–2 раза снижается износ протектора, улучшается сцепление с дорогой.

Уменьшенная слойность каркаса и соответственно повышенная его гибкость понижает теплообразование, сопротивление качению, что в сочетании с пониженной массой позволяет снизить расход топлива автомобилем. Наиболее массивная часть шины (корона) деформируется меньше, чем в диагональных шинах, а более тонкие боковые стенки оказывают меньшее сопротивление радиальной деформации. В результате при качении шиной поглощается меньше энергии, что выражается в меньшем теплообразовании: температура в работающих шинах радиального типа в среднем на 10–20 °C меньше, чем в диагональных шинах с такой же глубиной рисунка протектора. Понижение температуры приводит к повышению усталостной прочности материалов шины и прочности связи между резиной и кордом, к повышению долговечности шины в целом. Снижение потерь на качение при применении шин типа R способствует экономии топлива на 3–8%.

¹ Усилие N_k в нитях корда каркаса, возникающее под действием давления воздуха в шине (p), снижается с уменьшением угла наклона нитей корда к меридиану (P) обратно пропорционально квадрату косинуса этого угла:

$$N_k = j \cdot p / \cos^2 \beta,$$

где j — коэффициент, характеризующий профиль шины, число слоев корда в каркасе, плотность нитей корда в этих слоях.

² Напротив, усилие $N_{бр}$ в нитях корда брекера, возникающее под действием давления воздуха в шине (p), снижается с увеличением угла наклона нитей корда к меридиану (P) обратно пропорционально квадрату синуса этого угла:

$$N_{бр} = y \cdot p / \sin^2 \beta,$$

где y — коэффициент, характеризующий профиль шины, его кривизну по экватору, число слоев корда в брекере и плотность нитей корда в этих слоях.

Сравнительные эксплуатационные характеристики радиальных и диагональных шин даны в *таблице 6.1*.

Таблица 6.1

Эксплуатационные показатели	Сравнительная оценка	
	Радиальная шина	Диагональная шина
Масса	Меньше	Больше
Эластичность каркаса	Выше	Ниже
Внутреннее трение	Меньше	Больше
Сопротивление качению	Ниже	Выше
Расход топлива автомобилем	Ниже	Выше
Сопротивление боковому уводу (сопротивление отклонению направления движения автомобиля от заданной траектории под действием внешних сил)	Меньше	Больше
Управляемость автомобиля	Лучше	Хуже
Пробег шин	Заметно больше	Заметно меньше
Разогрев в процессе качения	Меньше	Больше
Износостойкость	Выше	Ниже
Подверженность каркаса разрушению в процессе эксплуатации шины	Выше	Ниже
Требования к прецизионности производства и качеству материалов	Выше	Ниже
Прочность и долговечность каркаса для шин с металлокордным брекером	На хороших дорогах — лучше, на плохих дорогах — хуже	На хороших дорогах — хуже, на плохих дорогах — лучше

Радиальные шины были впервые выпущены французской фирмой Michelin в 1951 году с обозначением «X». Для того чтобы подчеркнуть отличия и преимущества радиальных шин, фирма впервые ввела для них метрическое обозначение типоразмеров (до этого времени шины имели только дюймовые обозначения). В настоящее время в мировой практике для обозначения радиальной шины в ее размер добавляется буква «R».

На *рис. 6.3* показаны темпы роста доли производства радиальных шин в разных странах с 1950 по 2000 год. Во Франции доля радиальных шин достигла 100% к 1975 году, а в целом в Европе — к 1985 году.

6.2. Комбинированные и целиком металлокордные (ЦМК) шины радиальной конструкции

Комбинированными принято называть шины с текстильным каркасом и металлокордным брекером. Каркас радиальных комбинированных среднегабаритных грузовых шин

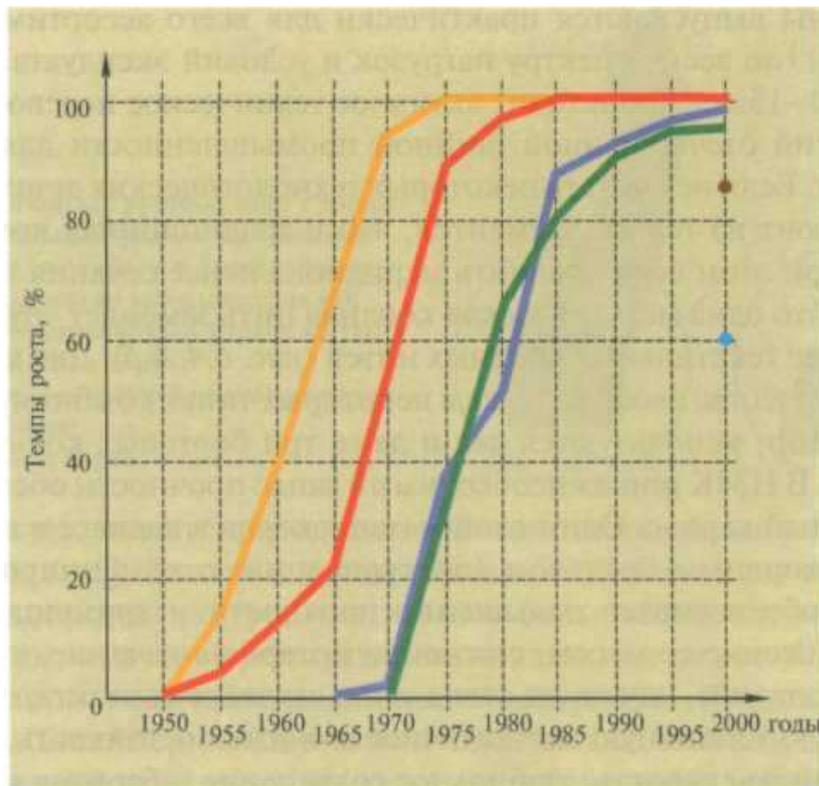


Рис. 6.3. Темпы роста доли производства радиальных шин с 1950 по 2000 год в разных странах. Обозначения цветных линий: желтый - Франция, красный - Европа, фиолетовый - Северная Америка, зеленый - Япония, коричневая точка - Южная Америка, синяя точка - остальной мир

обычно состоит из пяти и более слоев обрешиненного нейлонового или капронового корда, а брекер — из двух—трех слоев металлокорда. Сочетание в радиальных шинах каркаса с меридиональным расположением нитей корда и брекерного пояса с направлением нитей, близким к окружному, обуславливает их отмеченные выше преимущества по сравнению с диагональными шинами.

Комбинированная радиальная шина с текстильным каркасом уже в 70–80-е годы перестала удовлетворять растущим требованиям автомобилистов, прежде всего по надежности, безопасности и максимальной скорости, особенно в условиях длительного безостановочного движения. Применение металлокорда в каркасе и брекере позволило существенно улучшить эксплуатационные характеристики шин вследствие его высокой жесткости при растяжении, усталостной выносливости и теплопроводности. Впервые металлокорд в каркасе радиальных шин применила фирма Michelin еще в конце 40-х — начале 50-х годов прошлого века. Однако потребовались десятилетия, в течение которых были усовершенствованы сам металлокорд и технологический процесс его производства, а также созданы новые технологические процессы и оборудование для производства ЦМК шин. В настоящее время в мире

ЦМК шины выпускаются практически для всего ассортимента грузовых шин (по всему спектру нагрузок и условий эксплуатации). Последние 10–15 лет происходит активное техническое перевооружение предприятий отечественной шинной промышленности для выпуска ЦМК шин. Если не считать некоторых технологических деталей, ЦМК шина состоит из тех же элементов, что и традиционная комбинированная. При этом если сравнить меридиональные сечения этих шин, то видно, что одна металлическая кордная нить заменяет «пучок» из 5, 7, 12 и более текстильных кордных нитей (рис. 6.4, 6.5). Для крепления такого количества слоев каркаса в некоторых типах комбинированных грузовых шин используются два и даже три бортовых кольца в каждом борте. В ЦМК шинах необходимый запас прочности обеспечивает однослойный каркас. Один слой металлокорда в каркасе в сочетании с металлокордным брекером (по сравнению с комбинированными шинами) обеспечивает повышение прочности и грузоподъемности шины, снижение ее массы, снижение потерь на качение, уменьшает теплообразование, улучшает отвод тепла из зоны контакта, обеспечивает лучшую топливную экономичность и износостойкость, высокую максимальную скорость, стабильное сохранение габаритов в процессе эксплуатации (см. рис. 6.6– 6.10).

Меньшая толщина однослойного каркаса ЦМК шин по сравнению с комбинированными позволила увеличить толщину подканавочного слоя протектора. Это

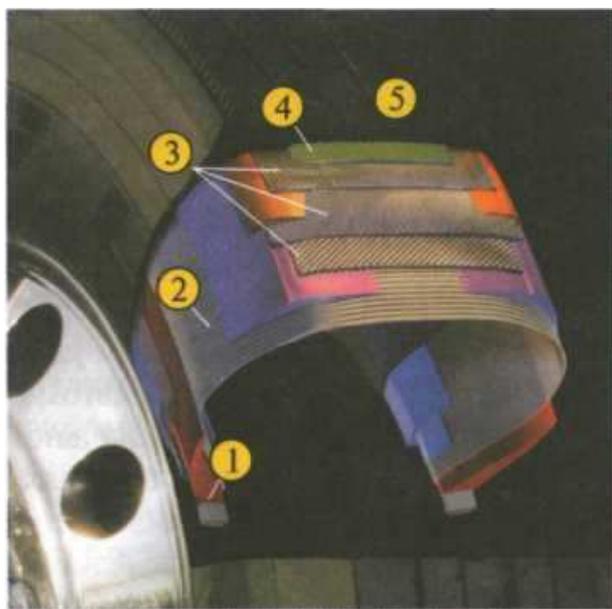


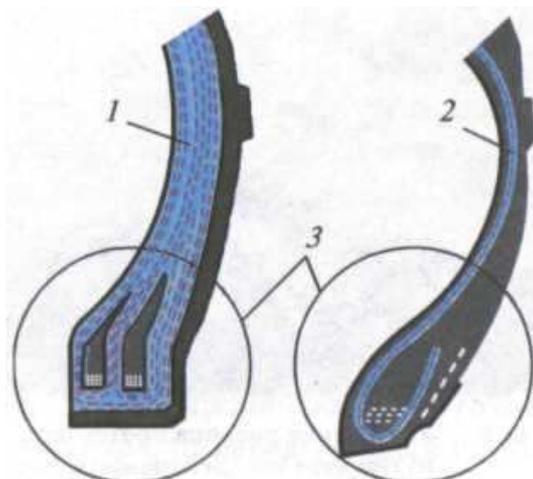
Рис. 6.4. Целиком металлокордная шина (ЦМК):

- 1 - бортовое кольцо; 2 - однослойный радиальный металлокордный каркас;
- 3 - металлокордные слои брекера;
- 4 - экранирующий защитный слой обрезиненного нейлонового корда;
- 5 - протектор

обеспечивает возможность углубления изношенного рисунка протектора путем его нарезки (рис. 6.6, 6.7) для увеличения доремонтного ресурса шины. На боковине шин с утолщенным подканавочным слоем имеется надпись «Regroovable».

Минимальные гистерезисные потери и благоприятный температурный режим (рис. 6.8) обуславливают высокий запас усталостной прочности каркаса, прочности связи корда с резиной. Все это в сочетании с практическим отсутствием разнашивания в эксплуатации (рис. 6.9) сообщает ЦМК ши-

Рис. 6.5. Зона борта грузовых шин с многослойным каркасом из текстильного корда (а) и с однослойным каркасом из металлокорда (б):
 1 — многослойный каркас из текстильного корда;
 2 - однослойный каркас из металлокорда;
 3- зона борта



нам высокую ремонтпригодность, возможность многократного восстановления протектора и в результате обеспечивает им суммарный эксплуатационный ресурс, почти вдвое больший, чем у комбинированных шин, и другие преимущества, показанные на рис. 6.10.

ЦМК шины выпускают в бескамерном варианте. Как легковые, так и грузовые бескамерные шины почти полностью вытеснили в настоящее время камерные шины из ассортимента ведущих мировых производителей. ЦМК шины обычно имеют на боковине надпись «All Steel». Для изготовления этих шин используют специальные резины, обладающие высокой прочностью связи с металлокордом, обеспечивающие хорошую защиту корда от проникновения влаги и коррозии, глубокое затекание в структуру корда для предохранения нитей от перетирания при многократных циклических нагрузках. Совершенствование конструкций, технологии производства и материалов привело к созданию широкой гаммы ЦМК шин практически для всех типов и назначений — от легковых до сверхкрупногабаритных шин.

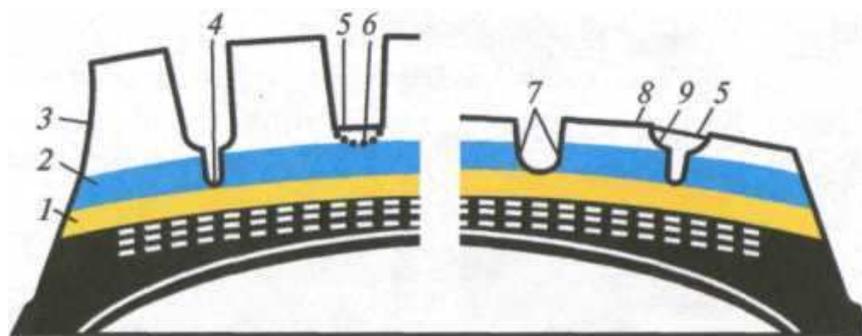


Рис. 6.6. Меридиональный срез новой шины (слева) и изношенной шины (справа) с изношенным рисунком протектора, углубленным путем нарезки:
 1- сохраняемая толщина подканавочного слоя (равна 2 мм); 2 - толщина подканавочного слоя резины для нарезания; 3 - протектор новой шины; 4 —индикатор глубины нарезки;
 5 - индикатор износа; 6 - основание канавки рисунка протектора; 7 - углубленная канавка рисунка протектора после нарезки; 8 - протектор изношенной шины перед нарезкой; 9 - канавка рисунка изношенного протектора до нарезки



Рис. 6.7. Углубление рисунка протектора путем нарезки электрообогреваемым ножом

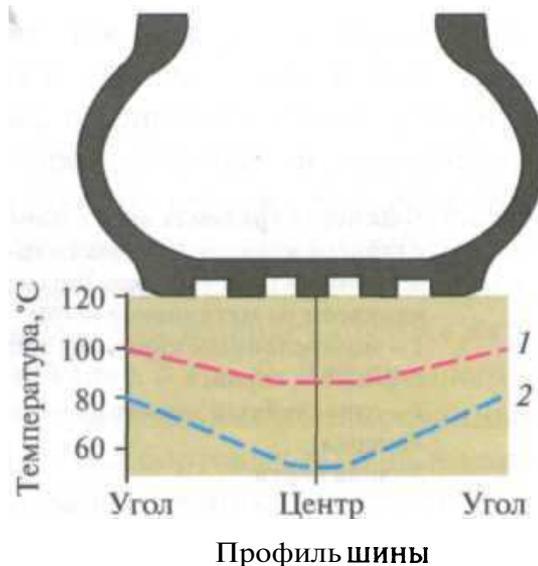


Рис. 6.8. Распределение температуры в брекере по ширине беговой дорожки: 1 - комбинированная шина; 2 - ЦМК шина

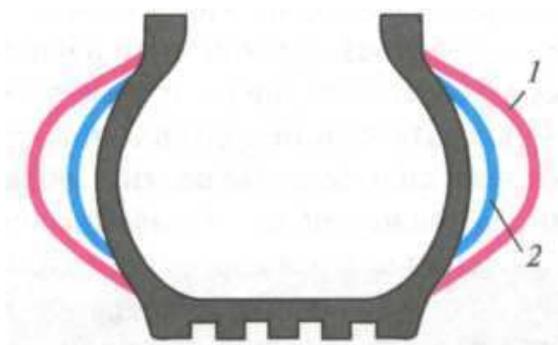


Рис. 6.9. Увеличение ширины профиля шин в процессе эксплуатации: 1 - комбинированная шина (до 5%); 2 - ЦМК шина (до 1,5%)



Рис. 6.10. Преимущества ЦМК шин по сравнению с комбинированными шинами

6.3. Особенности формы профиля шин

Конфигурацию профиля шин принято характеризовать отношением высоты профиля к его ширине —

H/V . Как видно из рис. 4.3, высота профиля H определяется половиной разности между наружным и посадочным диаметрами шины. Ширина профиля — V — это ширина шины в самом широком ее месте. Технологические выступы, гравировки, надписи на поверхности шины не учитываются. Ширина профиля определяется на накачанной шине.

Соотношение H/V выражается десятичной дробью с двумя значащими цифрами после запятой: 0,80; 0,75 или в процентах: 80%, 75% и т.д. Отношение H/V , выраженное в процентах, называют серией шины (знак процента при этом опускается), например, шина серии 80, серии 55, 35 и т.д. Шинами **обычного профиля** называются шины с H/V свыше 0,80, **низкопрофильными** — серии ниже 80, **сверхнизкопрофильными** — серии 65 и ниже.

Низкопрофильные и сверхнизкопрофильные шины выпускаются для легковых и грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов.

Форма профиля радиальной шины в значительной степени определяется длиной и шириной брекерного пояса, влияние которого на форму шины (рис. 6.11) оценивается коэффициентом опоясанности K :

$$K = (H_0 - H)/H_0,$$

где: H_0 — высота равновесного профиля шины (без брекера) с нитями каркаса, расположенными в меридиональном направлении;
 H — высота профиля шины (с брекером).

При прочих равных условиях увеличение коэффициента опоясанности радиальных шин приводит к уменьшению усилий в нитях каркаса и увеличению нагрузки, воспринимаемой брекером. В отличие от диагональных шин, в которых каркас воспринимает до 80—90% усилий, возникающих под воздействием внутреннего давления воздуха, в грузовых радиальных шинах брекер воспринимает 60—70% этого усилия. Изменения геометрических размеров профиля шины дают воз-

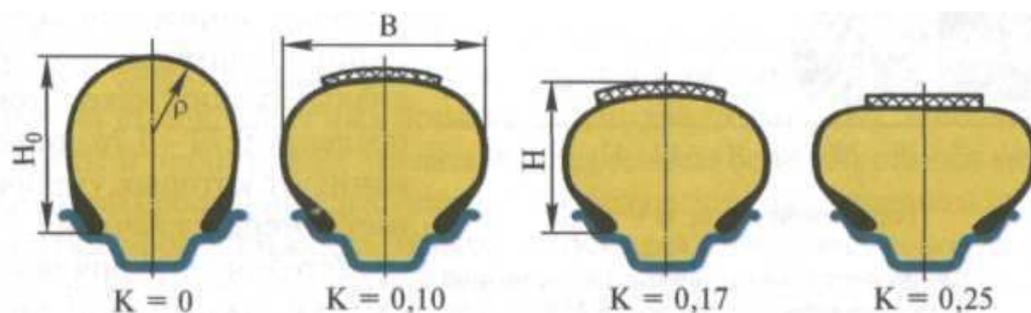


Рис. 6.11. Зависимость профиля шины от коэффициента опоясанности K

возможность изменять ее боковую и радиальную жесткость и тем самым влиять на устойчивость и управляемость автомобиля.

Шины, эксплуатируемые на скоростных автомобилях по дорогам с усовершенствованным покрытием, изготавливают **низкопрофильными** с большим коэффициентом опоясанности. При этом разгружается каркас, увеличивается натяжение и жесткость брекера, уменьшается радиальная жесткость шины, в результате чего увеличивается площадь контакта и сцепление с дорогой, уменьшается тормозной путь (рис. 6.12). Одновременно снижаются интенсивность износа рисунка протектора и потери на качение, улучшается проходимость автомобиля по снегу и рыхлому грунту. Уменьшенная высота боковых стенок низкопрофильных шин повышает их боковую жесткость, улучшает устойчивость автомобиля на виражах (рис. 6.13).

Наружный диаметр низкопрофильной шины меньше чем обычной при их одинаковом посадочном диаметре (рис. 6.13, 6.14), поэтому при замене, например, шины обычного профиля серии 80 на низкопрофильную серии 70 приходится выбирать шину другого типоразмера, часто с большим посадочным диаметром, соответствующую оригинальной шине по наружному диаметру (рис. 6.15). Допустимое отклонение длины окружности низкопрофильной шины от заменяемой стандартной шины, эксплуатируемой на том же автомобиле, должно находиться в пределах от $-2,5\%$ до $+1,5\%$. Чем шина шире при заданной длине ее окружности, тем больше посадочный диаметр и ширина обода. С ростом посадочного диаметра увеличивается внутреннее пространство в ободах. Это позволяет использовать более мощные тормоза, что существенно повышает безопасность автомобиля. Кроме того,

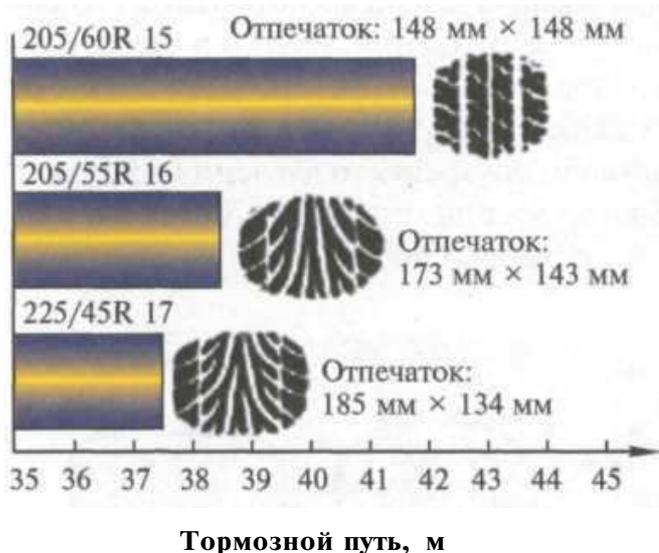
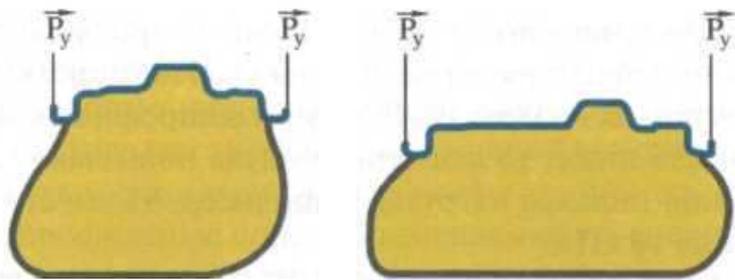


Рис. 6.12. Пятно контакта (отпечаток) и тормозной путь автомобиля со скорости 100 км/ч на взаимозаменяемых низкопрофильных шинах

шины, смонтированные на широкий обод, поглощают при своем качении примерно на 10% меньше энергии, чем шины, смонтированные на более узкий обод. Оптимальное отношение ширины обода к ширине профиля шины для современных диагональных и радиальных шин находится в пределах 0,72-0,76, отклонение от которых увеличивает потери на качение.

Сегодня появились сверхнизкопрофильные шины с высотой боковой



ис. 6.13. Изменение профиля обычной (слева) и низкопрофильной (справа) шин под действием боковой силы во время маневра. Боковая сила P_y направлена слева направо. Посадочный диаметр низкопрофильной шины больше, высота боковой стенки меньше, жесткость больше, курсовая устойчивость выше



Рис. 6.14. Низкопрофильные шины разных серий с одинаковым посадочным диаметром

	14"	+1 15"	+1 15"	+2 16"	+2 16"	+3 17"
Посадочный диаметр обода						
Обозначение шины	195/70R14	195/65R15	205/60R15	225/50R16	245/45R16	255/40R17
Серия	70	65	60	50	45	40
Длина окружности	1978 мм 100 %	1994 мм 100,8 %	1969 мм 99,5 %	1985 мм 100,3 %	1950 мм 98,6 %	1978 мм 100 %
Ширина профиля шины, мм						

Рис. 6.15. Взаимозаменяемость шин разных серий

стенки, составляющей до 25% ширины ее профиля (серия 25). Однако такие сверхнизкопрофильные шины предназначены для эксплуатации на высококлассных дорогах с гладким покрытием. Небольшие выбоины и препятствия чреваты защемлением боковой стенки между закраиной обода и препятствием, с последующим разрушением шины. Для некоторого снижения этой опасности рекомендуют несколько повышать давление воздуха в шинах при эксплуатации на менее качественных дорогах, но не более чем 50 кПа.

В практике при замене штатных шин на низкопрофильные в случае их одинаковой несущей способности (индексов нагрузки) нормы давления воздуха в шинах не меняют. Если у низкопрофильной шины несущая способность ниже, то давление воздуха повышают: на каждую степень снижения индекса нагрузки (например, 81 вместо 82) давление повышают на 10 кПа.

В документах на современные автомобили указываются допустимые типоразмеры взаимозаменяемых шин разных профилей, нормы давления и типы применяемых ободьев. Нормы давления иногда указываются в нише водительской двери или на лючке заливной горловины топливного бака. Данные рекомендации учитывают соответствие шин весовой нагрузке и максимальной скорости, с одной стороны, и геометрии ходовой части и колесной ниши кузова автомобиля — с другой. Отступление от этих рекомендаций изготовителя автомобиля влечет за собой ухудшение управляемостью автомобилем, его комфортабельности, снижение сроков службы узлов ходовой части. Таблица взаимозаменяемости шин приведена в *Приложении 10.4*.

Шины серии 80 и ниже, в которых изменение соотношения высоты и ширины профиля достигается без изменения наружного диаметра, называются **широкопрофильными**.

Такие шины применяются на автомобилях большой грузоподъемности, полноприводных автомобилях и прицепах. Наибольший эффект достигается применением широкопрофильной грузовой шины

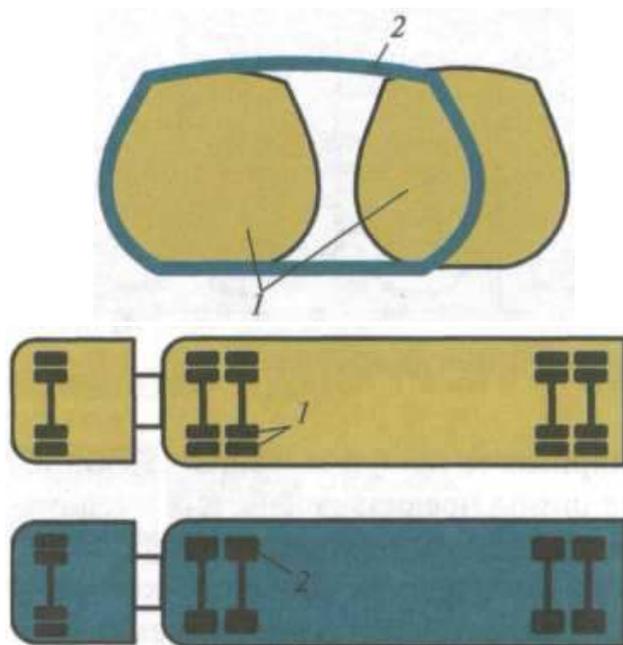


Рис. 616. Применение одинарной широкопрофильной шины вместо двух сдвоенных:
1 - сдвоенные шины обычного профиля;
2 - одинарная широкопрофильная шина

взамен двух спаренных шин обычного профиля (*рис. 6.16*). Это позволяет исключить недостатки сдвоенных колес грузовых автомобилей и автопоездов из-за неравномерного распределения между сдвоенными шинами нормальных нагрузок и крутящих моментов, разницы их геометрических размеров и внутреннего давления, неравномерности износа протектора, различия температур и прочих причин. Кроме того, снижается суммарный вес шин. Грузовая шина обычного профиля весит в среднем около 65 кг, а широкопрофильная — приблизительно 85 кг. Таким об-

разом, замена спаренных шин на одинарные позволяет облегчить автопоезд (с двумя прицепами) на 360 кг. В итоге при замене сдвоенных колес на одинарные уменьшается сопротивление качению и расход моторного топлива как за счет прогрессивной конструкции шины, так и благодаря суммарному снижению массы автопоезда.

Широкопрофильные шины, применяемые на внедорожной технике, называются **арочными шинами**. Арочные шины выпускаются бескамерными. Они устанавливаются на заднюю ось грузовых автомобилей по одной шине вместо двух обычного профиля. Протектор арочной шины имеет редкорасположенные грунтозацепы. Использование этих шин резко повышает проходимость автомобилей по мягким грунтам, песку, снежной целине, заболоченным участкам. Применение их на дорогах с твердым покрытием ограничено.

Низкопрофильные шины по сравнению с шинами обычного профиля той же грузоподъемности позволяют снизить погрузочную высоту грузовых автомобилей, высоту пола в общественном транспорте, улучшить аэродинамические характеристики легковых автомобилей на высоких скоростях. Широкопрофильные грузовые шины дополнительно позволяют повысить проходимость автомобиля, сократить расход материалов, снизить эксплуатационные расходы. Этим объясняется устойчивая тенденция к снижению Н/В от серии 80 к серии 70 в 80–90-е годы прошлого века до серии 35 в настоящее время.

Вместе с тем каждый водитель должен помнить, что при использовании низкопрофильных и широкопрофильных шин вследствие затруднения отвода воды из зоны контакта протектора с дорожным покрытием повышается опасность аквапланирования транспортного средства (см. параграф 7.5).

7. ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИН, ТРЕБОВАНИЯ К ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1. Сопротивление качению Пневматическая шина благодаря наличию в ней сжатого воздуха и упругих свойств резины способна во время деформации поглощать большое количество энергии в обратимой форме. Однако часть энергии при этом расходуется необратимо на внутримолекулярное и механическое трение в материалах шины, между ее слоями и на трение в контакте шины с дорогой. Эти потери энергии называются «потерями на качение шины» или «сопротивлением качению шины P_k ». Кроме этого, движущееся колесо испытывает сопротивление, обусловленное трением в подшипниках (обычно незначительное) и сопротивле-

ние воздуха движению автомобиля (небольшое при низких скоростях движения и возрастающее при его увеличении в квадратной степени). Суммарный эффект этих явлений называют «сопротивление движению» или «силой сопротивления движению», которую необходимо приложить к автомобилю для поддержания движения, маневрирования, ускорения и торможения. В условиях установившегося равномерного движения сила сопротивления движению равна приложенной к центру колеса толкающей силе или тяговой силе крутящего момента от двигателя. Сопротивление движению в значительной степени определяет расход топлива автомобилем, влияет на его динамические характеристики и зависит от скорости движения автомобиля¹.

Из представленного ранее на *рис. 2.3* среднестатистического баланса потерь на движение автомобиля видно, что шина поглощает существенную часть энергии, расходуемой на вращение колеса.

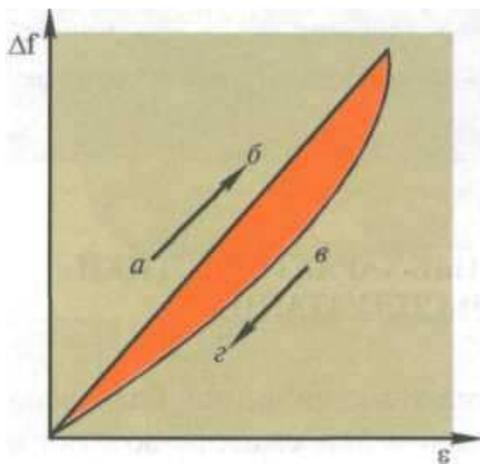
Для характеристики потерь энергии на качение часто используют безразмерный коэффициент сопротивления качению f , определяемый следующим образом:

$$f = P_k / P_z,$$

где: P_k — сила сопротивления движению;

P_z — вертикальная нагрузка, приходящаяся на колесо.

Основная доля энергии, затрачиваемая на качение шины, определяется гистерезисными потерями, которые зависят от свойств шинных материалов и режимов их нагрузки. Явление гистерезиса традиционно



Явление гистерезиса

Рис. 7.1. График деформации ϵ упругого элемента под воздействием силы Δf (линия «а-б») и его восстановления после снятия нагрузки (линия «в-г»)

иллюстрируется графиком процесса деформации упругого элемента и его восстановления после снятия нагрузки (*рис. 7.1*). На графике показано, что восстановление элемента происходит медленнее, чем его деформирование. Это происходит вследствие наличия внутреннего трения в материале, поглощающего часть энергии деформации, пропорционально закрашенной желтым цветом зоне. Количество поглощаемой на внутреннее трение энергии является неотъемлемой характеристикой любого материала. При качении колеса каждое сечение шины претерпевает циклическое нагружение при входе и выходе из контакта с до-

¹ При скорости автомобиля 100 км/ч и более резко возрастает лобовое сопротивление воздуха, увеличивается расход топлива.

рогой. Энергия, возвращаемая при разгрузке шины, меньше энергии, затраченной на ее деформирование. Для поддержания равномерного качения колеса потери энергии пополняются приложением к его оси соответствующей толкающей силы, или крутящего момента. Чем выше гистерезисные потери в шине, тем больше коэффициент сопротивления качению. Гистерезисные потери составляют 90—95% общих потерь на сопротивление качению шины ведомого и 60—80% — ведущего колеса. Остальная часть энергии, поглощаемая шиной, расходуется на трение и износ шины в контакте с дорогой (особенно при передаче тяговых и тормозных усилий), а также на шумообразование.

Гистерезисные свойства резин связаны с характеристиками их прочности, сцепления с дорогой и износа: улучшение одних обычно приводит к ухудшению других. Значительное улучшение гистерезисных свойств резины (упругости) без снижения уровня других ее характеристик основано на фундаментальных исследованиях в области химии материалов. Последний такой прорыв связан с применением кремнезем/силановых высокодисперсных активных наполнителей Silica (см. параграф 5.1). Шины с низкогистерезисными резинами при малых и средних скоростях уменьшают сопротивление качению на 40% по сравнению с шинами, изготовленными из обычных материалов.

Заметное снижение потерь на качение достигают применением современных типов кордов (см. параграф 5.2). Современные конструкции шин, позволяющие снизить амплитуду деформаций материалов при качении и объем деформируемых материалов также существенно снижают потери на качение (см. параграфы 6.2, 6.3).

Гистерезисные потери энергии в результате внутреннего трения в шине преобразуются в тепло. Максимальное теплообразование наблюдается в наиболее массивной части шины — в ее протектере и бортике (рис. 7.2). Как видно из рисунка, они являются одними из самых энергоемких среди других элементов ее конструкции. При качении протектор подвергается деформированию и истиранию о дорожную поверхность. Как отмечалось, резины не могут обеспечить низкие потери на качение и одновременно высокое сцепление с дорогой и износостойкость. То же относится и к конструкции шины, у которой снижение высоты рисунка протектора уменьшает

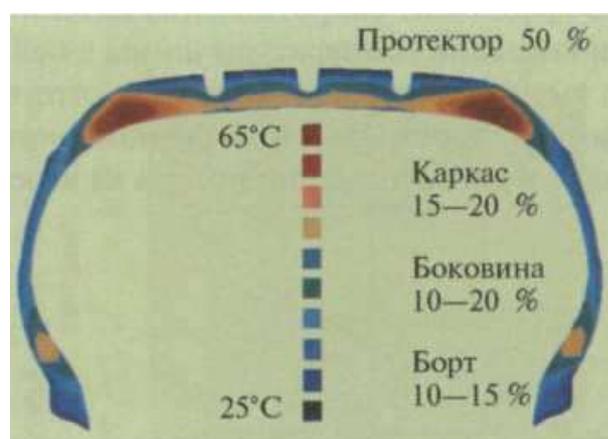


Рис. 7.2. Температурные поля по профилю шины и доли потери на качение в элементах конструкции легковой ЦМК шины

коэффициент сопротивления качению, но и одновременно снижает ресурс шины. Фактически рецептура резины и конструкция протектора — это всегда компромисс между требованиями по безопасности, надежности, экономичности и долговечности.

Один из путей снижения потерь — двухслойный протектор (рис. 7.3). Нижняя часть протектора, подканавка, не находящаяся в контакте с дорогой, изготавливается из низкогистерезисной резины, а верхняя, включающая рисунок протектора, — из резины, обладающей хорошими износостойкостью и сцеплением. Такая конструкция позволяет снизить потери на 5% по сравнению с обычным однородным протектором.

Эффект от использования энергосберегающих материалов и конструкций шины может быть усилен или, наоборот, ослаблен **эксплуатационными факторами**.

На коэффициент сопротивления качению влияют:

- тип покрытия дороги и ее состояние;
- продолжительность и скорость движения;
- нагрузка и давление воздуха в шинах;
- техническое состояние автомобиля.

Теплообразование зависит от степени деформаций шины и их частоты (скорости автомобиля и давления в шине). На рис. 7.4 показана взаимосвязь этих факторов. Эксплуатация шин на высокой скорости с пониженным давлением существенно увеличивает потери на качение, расход топлива, теплообразование в шине.

При долгом безостановочном движении автомобиля по трассам с усовершенствованным покрытием шина нагревается до стабильного равновесного состояния, гистерезисные потери в резине сокращаются вследствие уменьшения межмолекулярного трения, снижается коэффициент сопротивления качению μ (рис. 7.5). Одновременно при повышении температуры шины в ней возрастает внутреннее давление и уменьшаются ее деформации, что также способствует уменьшению потерь. Через 1,5–2 часа равномерного движения температурный баланс и соответственно потери на качение стабилизируются. При этом

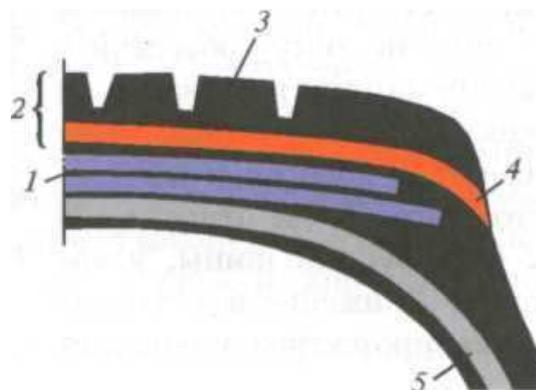


Рис. 7.3. Двухслойный протектор:

- 1 - брекер;
- 2 - двухслойный протектор;
- 3 - беговая часть протектора;
- 4 - подканавочный слой;
- 5 - каркас

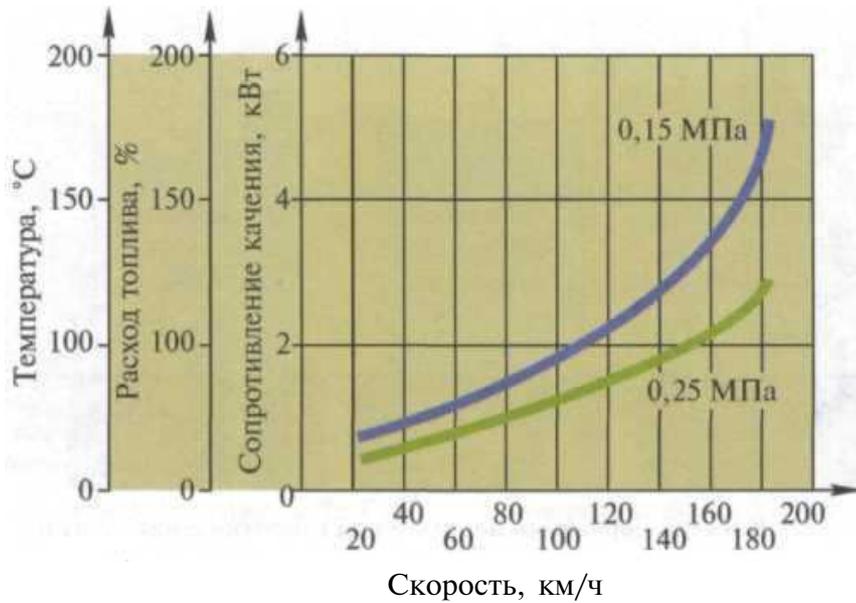


Рис. 7.4. Потери на качение в легковой шине (например, 205/65R15) в зависимости от скорости автомобиля при нормальном давлении воздуха (0,25 МПа) и пониженном давлении воздуха (0,15 МПа): температура, расход топлива, обусловленный шинами, и сопротивление качению

коэффициент сопротивления качению снижается примерно на 20% по сравнению с холодной шиной.

Снижение потерь наблюдается и при увеличении температуры окружающей среды. В среднем повышение температуры окружающего воздуха на 1 °С приводит к уменьшению коэффициента сопротивления качению на 0,65 1%. И наоборот, зимой при низких температурах коэффициент сопротивления качению увеличивается. Например, в начале движения при собственной температуре шины -7 °С сопротивление качению может быть в 3 раза больше, чем при рабочей температуре шины 93 °С летом.

На мокрой дороге сопротивление качению возрастает по сравнению с сухой, так как вода охлаждает шину, снижает трение в контакте, а часть энергии затрачивается на выдавливание воды из зоны контакта. При качении по грунтовым дорогам часть энергии движения тратится на пластическое деформирование грунта и создание колеи. Поэтому потери на качение по дорогам с твердым покрытием ниже.

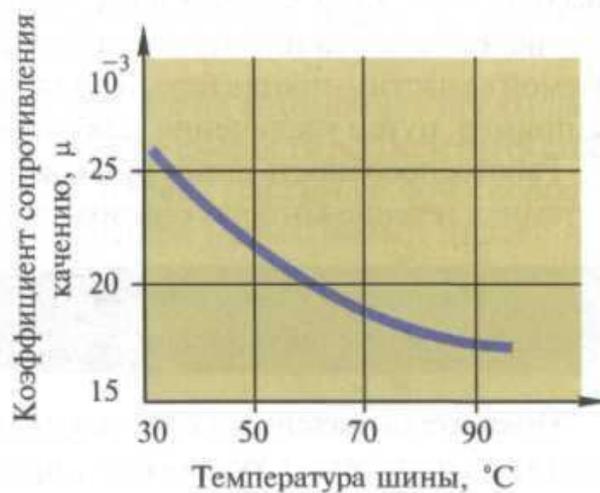


Рис. 7.5. Влияние температуры шины на коэффициент сопротивления качению



Рис. 7.6. Влияние дорожного покрытия на сопротивление качению

Шероховатость твердого покрытия дороги также имеет значение, так как влияет на расход энергии на трение и износ рисунка протектора, на частоту и амплитуду колебаний и на шумообразование при качении (рис. 7.6). Коэффициент сопротивления качению также растет с увеличением крутящего момента и тем больше, чем выше гистерезис.

7.2. Максимальная скорость С ростом частоты циклов деформации шины, т.е. скорости качения, повышается ее температура (см. рис. 7.4). Начиная с определенного значения скорости, частота деформаций элементов шины совпадает с их собственной частотой колебаний, резко возрастает температура шины и достигает критического значения, при которой шина быстро разрушается. Высокая температура — смерть шины. Для современных шин это около 120°C . Чем выше **критическая скорость**, при которой достигаются эти условия, тем лучше шина приспособлена для работы на высокоскоростных автомобилях. Критическая скорость повышается с уменьшением веса шины, в частности, наиболее массивной и разогреваемой ее части — протекторе, и снижением степени деформации шины, например, путем увеличения давления воздуха в шине (рис. 7.7).

Работоспособность шины при критической скорости исчисляется минутами, в течение которых она полностью выбывает из строя (рис. 7.8).

Во всех случаях максимально допустимая скорость шины должна быть меньше критической на 10–20%.

Показатель максимальной скорости шины (индекс категории скорости) подразумевает ту скорость, при малейшем превышении которой шина может начать разрушаться. Скоростная категория шины служит своеобразным индикатором запаса прочности и надежности шины. Для

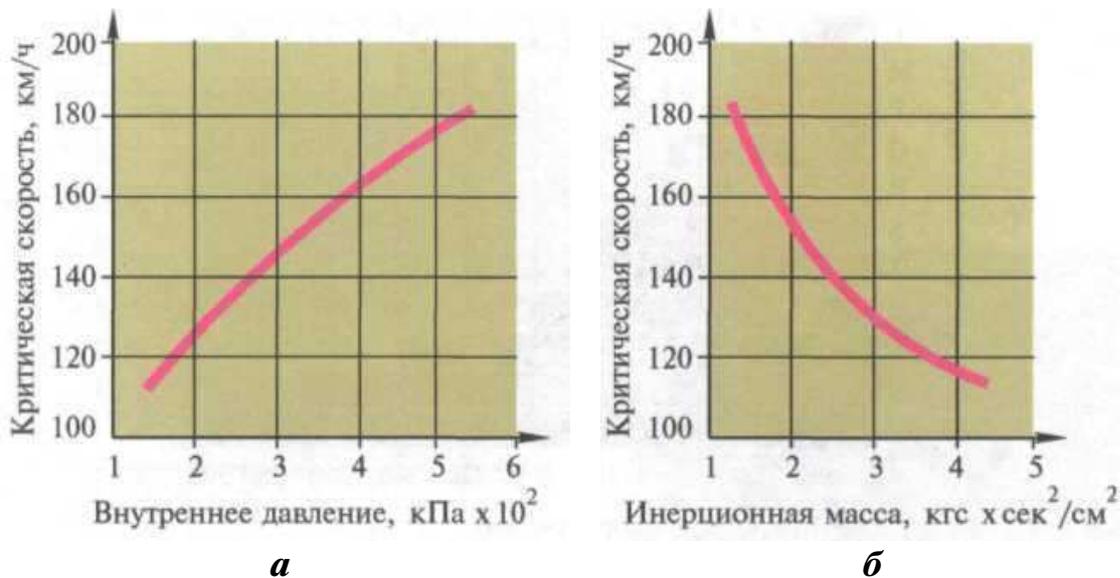


Рис. 7.7. Зависимость критической скорости легковой шины от внутреннего давления воздуха в ней (а) и массы ее беговой части (б)

Рис. 7.8. Разрушение шины при критических условиях теплообразования (превышение максимально допустимой скорости, пониженное давление воздуха в шине, перегрузка)



обозначения категории скорости используются индексы — латинские буквы от A до Z (рис. 7.9, Приложение 3).

Максимально допустимые эксплуатационные скорости шин устанавливаются для определенных нормативных величин их деформации, которые в свою очередь определяются нагрузкой на шину и ее внутренним давлением.

Если по каким-либо причинам нагрузка на автомобиль превышает нормативную (см. параграф 7.3), то индекс скорости должен быть снижен. Обычно рекомендуется снижать индекс максимальной скорости на столько ступеней, на сколько превышен нормативный индекс нагрузки, или руководствоваться специальными рекомендациями изготовителя. Это правило особенно важно соблюдать для шин грузовых автомобилей, перевозящих тяжелые неделимые грузы.

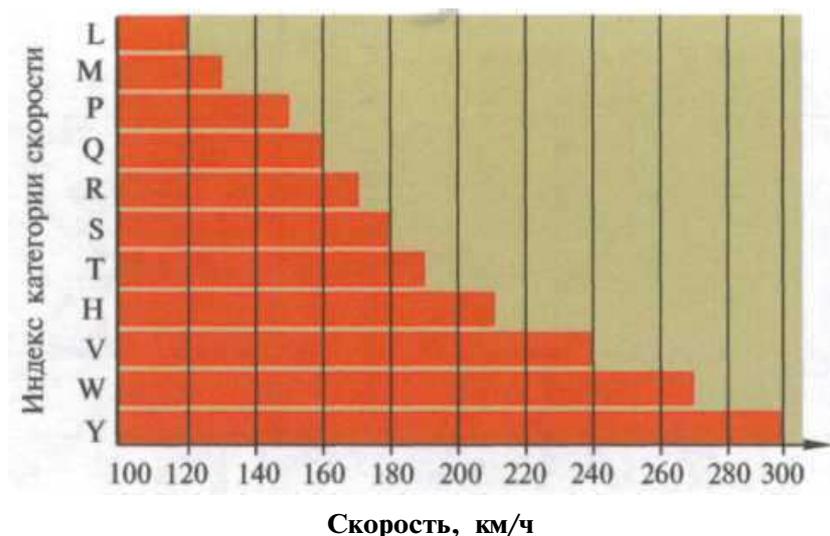
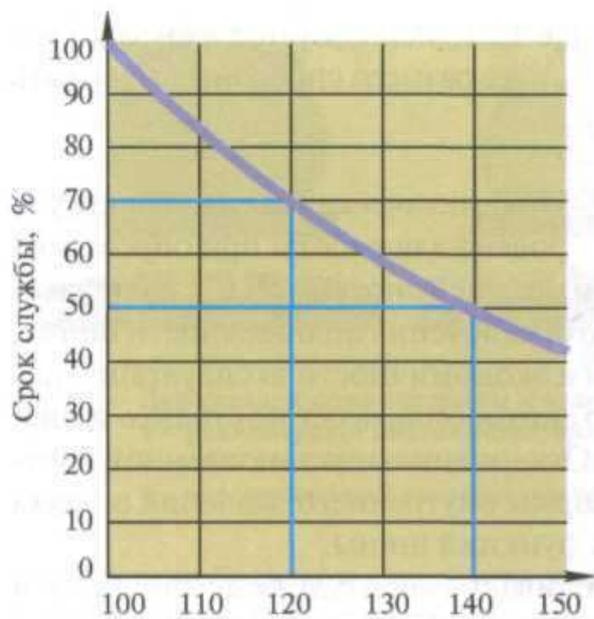


Рис. 7. 9. Индексы категории скорости шин и соответствующие им максимально допустимые эксплуатационные скорости

7.3. Грузоподъемность шины Грузоподъемность шины (максимальная допустимая статическая вертикальная нагрузка на шину) характеризует способность шины в течение всего срока ее ресурса выдерживать вес груженого транспортного средства при соблюдении правил эксплуатации шины. Грузоподъемность зависит главным образом от габаритов шины, внутреннего давления, числа слоев корда и его типа, а также от эксплуатационных условий. Для каждой шины и условий эксплуатации устанавливают оптимальные значения степени ее деформации и, соответственно, давления воздуха в шине и нагрузки на шину, обеспечивающие минимальные потери на качение и теплообразование, которые в свою очередь, определяют расход топлива, надежность и долговечность шины. Увеличение нагрузки на шину выше нормы увеличивает ее прогиб (стрелу прогиба, см. рис. 2.2) более нормативного, возрастают потери на качение, температура шины и сокращается срок ее службы. Например, по данным фирмы Michelin, при увеличении нагрузки грузовой шины на 20% выше нормы срок ее службы снижается в среднем на 30%, а при увеличении на 40 % — вдвое (рис. 7.10). Эксплуатация шины с перегрузкой нередко приводит к разрушению каркаса (рис. 7.1 Г).

Грузоподъемность шин в разных странах может измеряться в разных системах, например, в килограммах — в Европе или в фунтах — в Северной Америке. Чтобы избежать путаницы, для обозначения грузоподъемности принято использовать индекс несущей способности (грузоподъемности). В качестве индексов приняты безразмерные цифры, каждая из которых соответствует определенной нагрузке (рис. 7.12, Приложение 10.2).



Нагрузка, %
(100 % = нормальная нагрузка)

Рис. 7.10. Снижение долговечности грузовой шины при ее эксплуатации с перегрузкой



Рис. 7.11. Разрыв боковины шины из-за езды с перегрузкой

Грузоподъемность шин также может обозначаться показателем «норма слойности» — HC или PR — на зарубежных шинах. Это условная величина, показывающая, какому числу слоев каркаса из текстильного корда эквивалентна прочность каркаса данной модели шины. Например, HC-10 — для грузовых или 4PR — для шин легковых автомобилей.

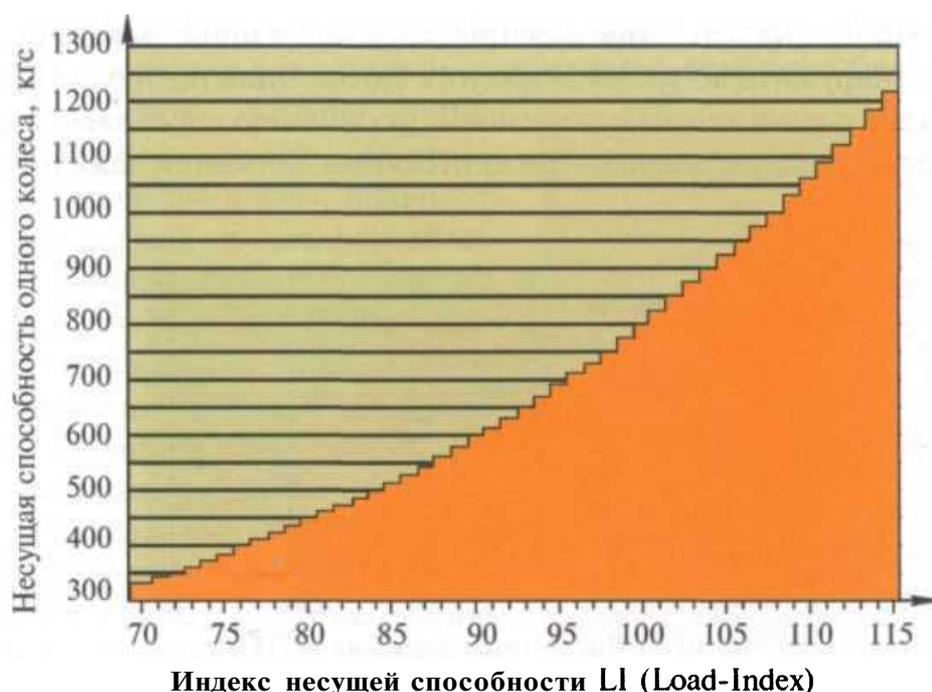


Рис. 7.12. Индексы несущей способности LI (грузоподъемности) шины

Это устаревший показатель, но он еще часто используется и бывает удобен, если несколько шин одного и того же размера способны выдержать разные нагрузки.

7.4. Давление воздуха в шинах Пневматическая шина сконструирована для работы при определенном давлении воздуха в ней с учетом несущей способности и эксплуатационной скорости, максимального обеспечения долговечности шины, безопасности, комфортабельности и экономичности эксплуатации автомобиля. Фактом является то, что автомобиль несет не столько шина, сколько накачанный в нее воздух. Отклонение от установленной изготовителями шины и автомобиля нормы внутреннего давления воздуха приводит к ухудшению указанных функций шины.

Снижение давления в шине увеличивает амплитуду ее деформаций и степень проскальзывания выступов рисунка протектора по дорожному покрытию, повышает потери на качение (рис. 7.13) и, соответственно, теплообразование, что приводит к ускоренному усталостному разрушению шины.

Отклонение величины внутреннего давления от нормы приводит к деформации профиля шины, неравномерному ее износу. При давлении ниже нормы наблюдается повышенный износ рисунка протектора по углам беговой дорожки (рис. 7.14,б) и снижение срока службы шин. Снижение давления в легковой шине на 50 кПа сокращает срок ее службы вдвое. При давлении на 20% ниже нормы срок службы легковой шины сокращается в среднем на 30%, грузовой — примерно на 20% (рис. 7.15).

Случайное значительное падение давления в шине можно своевременно обнаружить во время движения автомобиля по уводу его в сторону шины с пониженным давлением, ухудшению управляемости и по улучшению плавности хода. При длительном движении даже при срав-

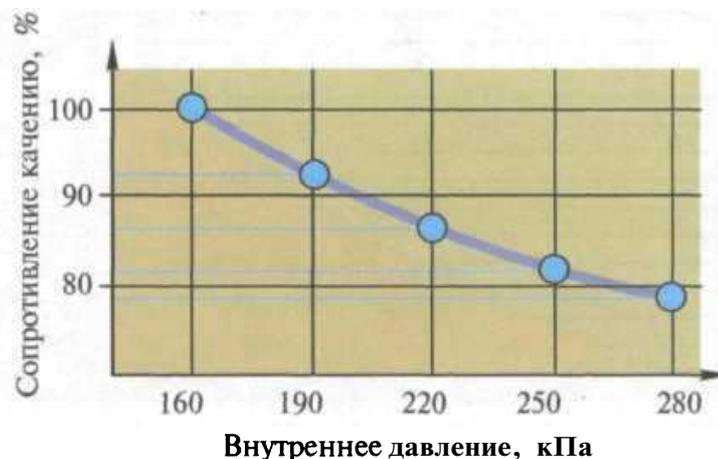


Рис. 7.13. Зависимость потерь на качение шины от давления воздуха в ней

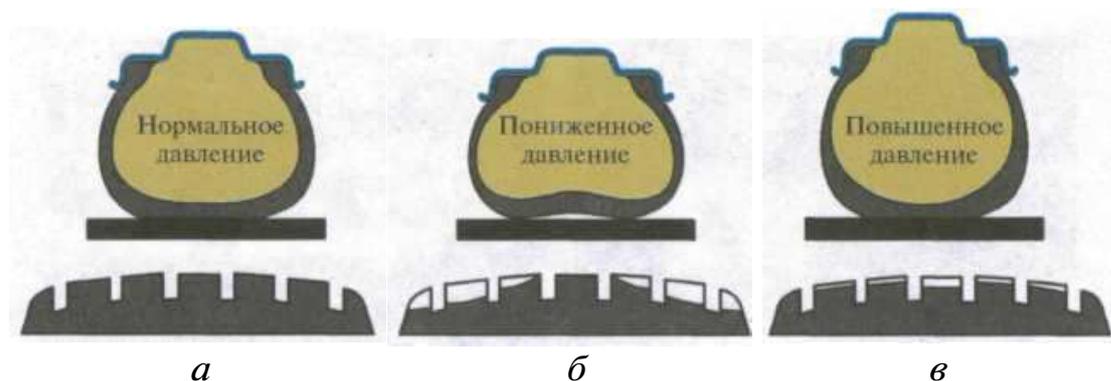


Рис. 7.14. Деформация профиля шины и износ при различном давлении в ней:
а - равномерный износ протектора при нормальном давлении; *б* - неравномерный боковой износ по плечам протектора при пониженном давлении;
в - неравномерный износ по центру протектора при повышенном давлении

нительно небольшом снижении давления увеличивается деформация и температура боковых стенок шины, что приводит к кольцевому излому каркаса. Внешний признак кольцевого излома — темная полоса на внутренней поверхности шины по всей ее окружности (рис. 7.16). Эта полоса свидетельствует о начале разрушения каркаса. Дальнейшая эксплуатация шины приводит к отслаиванию нитей корда от внутреннего слоя резины и затем к разрыву каркаса.

Увеличенная деформация шины с пониженным внутренним давлением повышает потери на качение, заметно увеличивает расход топлива (см. рис. 7.4), ухудшает управляемость автомобилем, увеличивает боковой увод, способствует возникновению аквапланирования (см. параграф 7.5).

Повышение давления в шине также ускоряет износ протектора, особенно по средней части беговой дорожки, из-за увеличения удельного давления в контакте с дорожным покрытием в этой зоне (рис. 7.14,в), сокращает срок службы шины (рис. 7.15). Ухудшаются амортизационные свойства шины, плавность хода автомобиля и комфортабельность езды. Возрастающие напряжения в элементах шины увеличивают опасность разрыва ее каркаса и брекера при наезде на препятствия, особенно с большой скоростью, и могут стать причиной крестообразного разрыва каркаса (рис. 7.17).

Давление воздуха в шине должно соответствовать рекомендациям завода-изготовителя автомобиля, но не выше предельно допустимого,

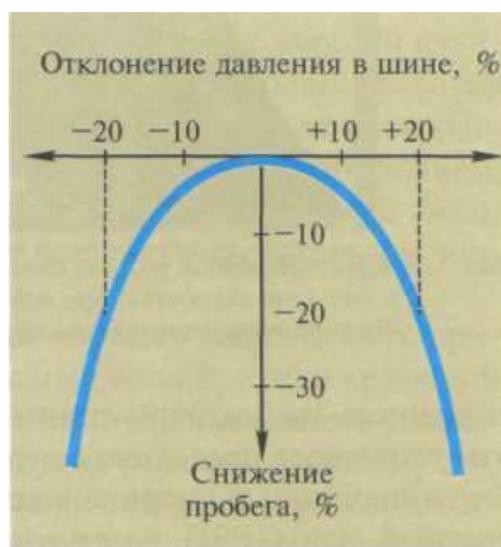


Рис. 7.15. Влияние давления на срок службы грузовой шины



а

б

Рис. 7.16. Кольцевой излом каркаса шины: темная полоса (а) и «морщины» (б) на поверхности герметизирующего слоя из-за езды с пониженным давлением воздуха в шине или езде с перегрузкой

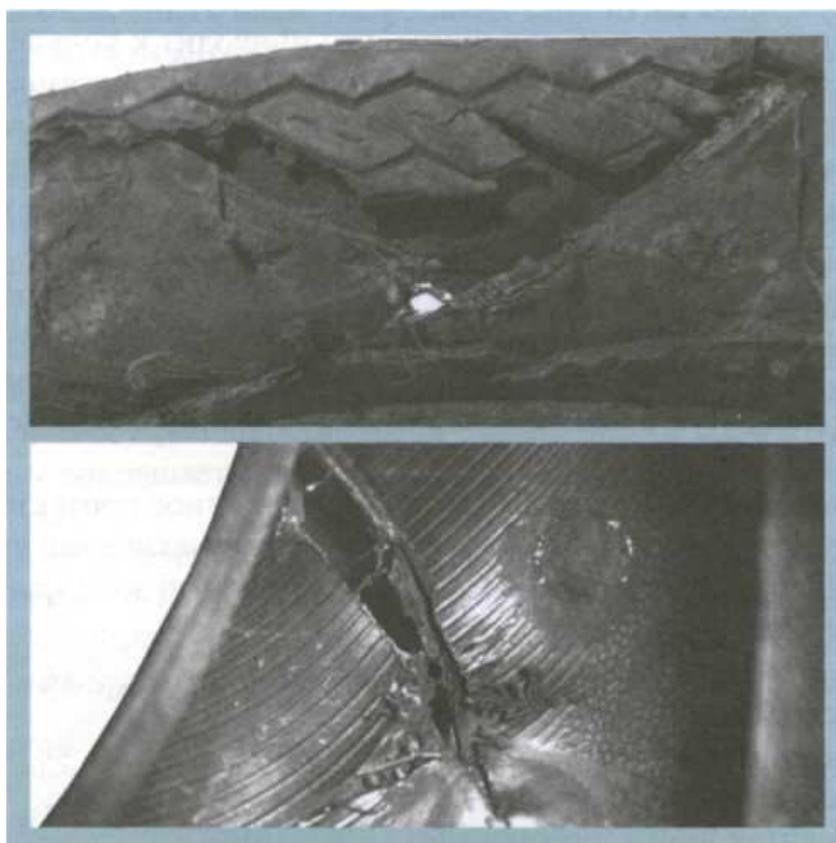


Рис. 7.17. Крестообразный разрыв каркаса шины из-за наезда ее на препятствие с большой скоростью при повышенном давлении воздуха. Вид снаружи (вверху) и по внутренней поверхности (внизу)

указанного на боковине шины. Предельно допустимое давление, соответствующее предельно допустимой нагрузке, гравировано на обеих боковинах шин в американской системе единиц — в фунтах на квадратный дюйм (PSI), в международной системе СИ — в мегапаскалях (МПа) или килопаскалях (кПа), а также в устаревшей, но часто используемой «европейской системе» — в кгс на квадратный сантиметр

(кгс/см²). Между этими размерностями существует следующее соотношение:

$$1 \text{ PSI} = 0,0069 \text{ МПа} = 7 \text{ кПа} = 0,07 \text{ кгс/см}^2.$$

Большинство современных шин имеют обозначения максимально допустимого давления одновременно в нескольких системах измерений, так что обычно нет необходимости их пересчитывать.

Снижение внутреннего давления в шине ниже нормы недопустимо. В некоторых исключительных случаях можно допустить увеличение давления в пределах 10 кПа (0,1 кгс/см²) выше нормы для шин легковых автомобилей и 20 кПа (0,2 кгс/см²) — для грузовых. Для зимних шин повышение давления на 20 кПа (0,2 кгс/см²) можно рекомендовать для увеличения удельного и суммарного давления в пятне контакта при соответственном увеличении нагрузки на ведущие колеса. Следует учитывать, что шина не абсолютно герметична. Давление в ней постепенно понижается из-за диффузии воздуха через стенки камер или недостаточно плотной (герметичной) посадки бортов бескамерной шины на полки обода, дефектов золотника, неплотности крепления вентиля и повреждений шины.

Нельзя судить о внутреннем давлении в шине на глаз или по звуку при ударе, т.к. при этом даже опытный водитель может ошибиться на 20-30%. Контроль давления должен производиться шинным манометром регулярно с интервалом не более 14 дней. Следует пользоваться только проверенными манометрами с ценой деления не более 10 кПа (0,1 кгс/см²) и шкалой от 0 до 500 кПа (от 0 до 5 кгс/см²) для легковых шин, шкалой от 0 до 1 МПа (от 0 до 10 кгс/см²) для легкогрузовых и шкалой от 0 до 2 МПа (от 0 до 20 кгс/см²) для грузовых шин.

7.5. Сцепление шины с дорогой Сцепление шины с дорогой является одним из решающих факторов безопасности дорожного движения. Движение автомобиля возможно благодаря способности шины к сцеплению с дорожным покрытием. Это позволяет шине воспринимать и передавать касательные силы, возникающие в контакте с дорогой под воздействием тяговых и тормозных усилий.

В общем случае в плоскости качения к колесу должны быть приложены нормальная нагрузка \mathbf{P}_z , продольная сила \mathbf{P}_x и/или крутящий момент \mathbf{M} , обеспечивающие поддержание прямолинейного движения с линейной скоростью \mathbf{V} и вызывающие реакции дороги \mathbf{R}_z и \mathbf{R}_x (рис. 7.18). Очевидно, что даже для свободного качения к колесу должна быть приложена продольная сила и/или крутящий момент, компенсирующие потери энергии при внутреннем и внешнем трении, равные силе сопротивления качению (см. параграф 7.1). Равнодействующая

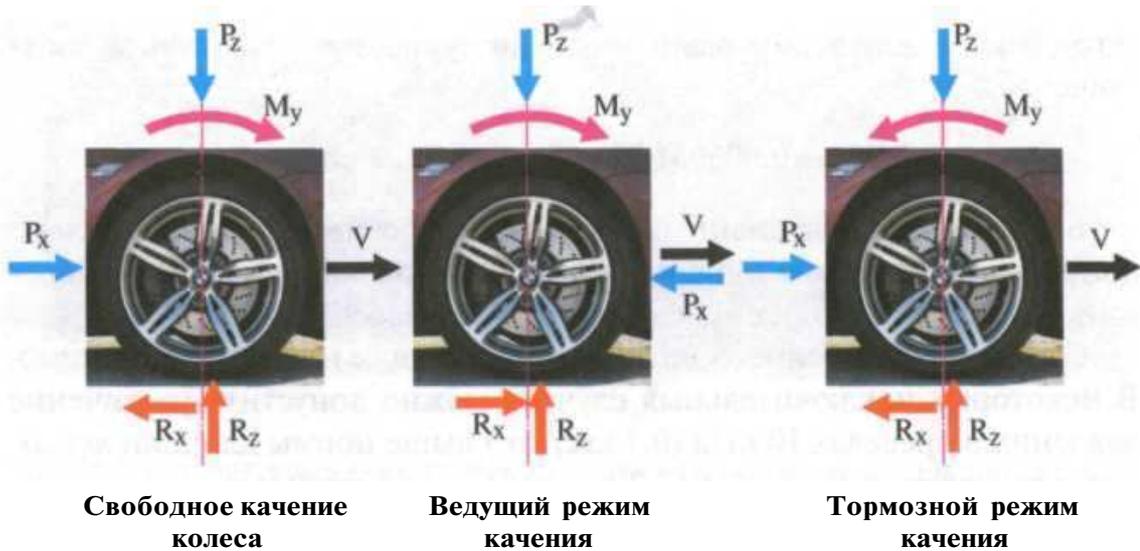


Рис. 7.18. Силы и моменты в плоскости качения колеса: V – линейная скорость и направление движения; P_x и P_z – продольная и вертикальная нагрузки, M_y – крутящий момент; R_x и R_z – продольная и вертикальная реакции дороги

касательная реакция опорной поверхности на ведущее колесо R_x направлена в сторону движения и является той внешней силой, которая сообщает поступательное движение автомобилю. Тормозящую силу касательной реакции опорной поверхности создает тормозной крутящий момент, противоположный направлению вращения колеса.

Как видно из *рис. 7.18*, режимы качения отличаются направлениями приложения крутящих моментов и продольных сил, однако

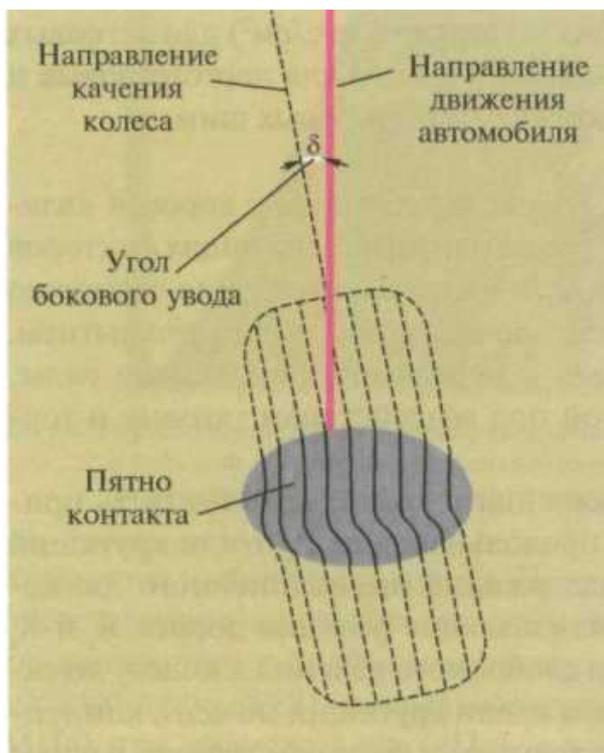


Рис. 7.19. Движение колеса при повороте налево

во всех случаях касательные реакции опорной поверхности R_x направлены в сторону, противоположную направлению продольных сил P_x приложенных к колесу. Если продольная сила P_x сравнивается с максимально возможной в данных условиях опорной реакцией $R_x \max$ (силой трения F), то колесо теряет сцепление с дорогой.

Продольная сила P_x во всех случаях должна быть меньше максимально возможной в этих условиях касательной опорной реакции дорожного покрытия $R_x \max$, называемой силой трения F . Таким образом, условие

устойчивого поступательного движения автомобиля определяется выражением:

$$P_x < R_{x \max}, \text{ или } P_x < F$$

Кроме перечисленных силовых факторов, действующих в плоскости качения колеса, к автомобильной шине всегда приложены боковые силы и моменты. Они возникают при маневрировании (*рис. 7.19*), а также из-за поперечных уклонов дорожного покрытия, установки колес с углами схода и развала, вследствие собственной неоднородности шины, под действием бокового ветра и др.

Под действием боковых сил и моментов направление движения отклоняется от неизменной плоскости качения колеса, определяемой ободом, на угол δ , называемый углом бокового увода. При этом шина деформируется до определенного предела, а затем начинает частично проскальзывать в зоне контакта. Тангенс угла увода, характеризующая зависимость между боковой силой и скольжением, называется коэффициентом бокового скольжения. Этот показатель может служить критерием влияния шины на устойчивость и управляемость автомобиля. На *рис. 7.20* показано, как меняется соотношение между зонами сцепления и проскальзывания в контакте шины с дорогой в зависимости от величины угла бокового увода. Увеличение угла бокового увода увеличивает зону скольжения и может привести к потере сцепления колеса с дорогой.

Современные низкопрофильные шины с увеличенной жесткостью боковых стенок и пятном контакта отличаются повышенным сцеплением с дорогой, существенно улучшают устойчивость и управляемость автомобиля (см. параграф 6.3, *рис. 6.14*).

При резких маневрах боковые реакции в контакте шины с дорогой значительно возрастают, особенно при больших скоростях и ускорениях. При этом суммарное значение продольных и боковых сил в контакте может стать выше силы сцепления шины с дорогой, колесо

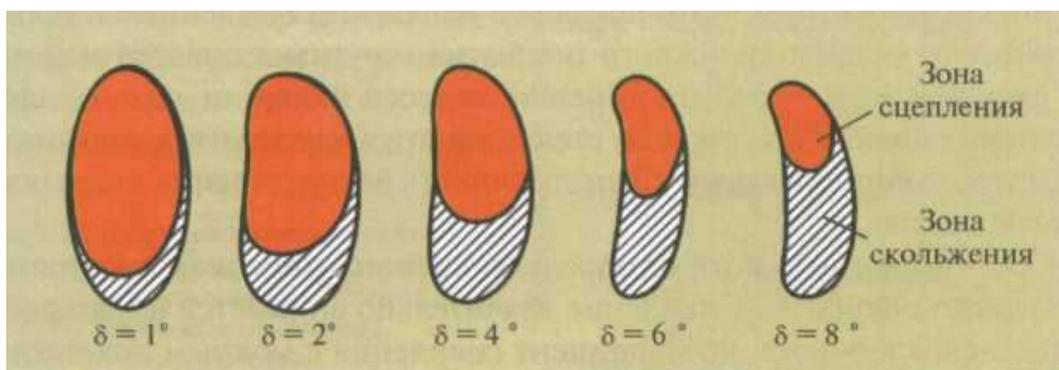


Рис. 7.20. Распределение зон сцепления и скольжения в пятне контакта шины с дорогой в зависимости от угла бокового увода δ

потеряет связь с дорогой, даже если каждая из слагаемых меньше силы сцепления шины с дорогой.

В главе 2 (см. *рис. 2.1*) наглядно показано сложение продольной и боковой сил в виде силовой диаграммы, называемой «круги Камма».

Силу сцепления шины с дорогой принято оценивать коэффициентом μ , равным отношению максимально возможной касательной реакции в зоне контакта R_{\max} (или силой трения) к нормальной реакции R_z или нагрузке P_z , действующей на колесо:

$$\mu = R_{\max}/R_z = F/P_z$$

Сцепные свойства шины определяются коэффициентами продольного и бокового сцепления. В первом случае максимальная реакция вызывается тяговым или тормозным усилием, развиваемым буксующим ведущим или скользящим тормозным колесом. Во втором случае максимальная реакция вызывается боковой силой, возникающей в контакте с дорогой скользящего в боковом направлении колеса.

Между приведенной выше и «классической» формулой трения имеется определенная аналогия. Однако в классической формуле коэффициент трения — относительно постоянное физическое свойство пары материалов, находящихся в контакте, например резина — асфальт или резина — сухой лед. А коэффициент сцепления шины с дорогой может колебаться в широких пределах от 0,05 до 1 в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия, материала и конструкции шины, а также от динамических условий качения колеса и других факторов, определяющих соотношение действующих в контакте сил. Требования по безопасности движения обеспечиваются при значении μ не ниже 0,4–0,6.

Факторы, оказывающие влияние на величину и характер сцепления, или, иными словами, на условия контакта шины с дорогой, с некоторой долей условности можно разделить на внешние (по отношению к шине) и внутренние, определяемые свойствами конструкции шины.

Внешние факторы — это погодные условия, естественные и технологические уклоны дорожного покрытия, крутизна поворотов дороги, скорость их прохождения, неисправности подвески автомобилей, состояние дисков и тормозов, степень нагруженности транспортного средства, равномерность и симметричность распределения нагрузки и многие другие.

Среди внешних факторов определяющее значение имеет состояние дорожного покрытия. Сцепление значительно снижается на мокрой и обледеневшей дороге, коэффициент сцепления с мокрым покрытием в полтора раза меньше, чем с сухим, а с обледенелым — на порядок ниже. При этом значительно удлиняется тормозной путь автомобиля.

Таблица 7.2

Состояние покрытия	Коэффициент сцепления, μ	Тормозной путь, м
Сухо	0,90	28
Мокро	0,60	42
Снег	0,30	84
Сухой лед	0,10	252
Влажный лед	0,05	504

В таблице 7.2 показан пример изменения тормозного пути автомобиля в зависимости от состояния дорожного покрытия, тормозной путь легкового автомобиля с начальной скоростью 80 км/ч увеличился с 28 м — на сухой дороге до 252 м — на обледенелой. А на влажном льду эти показатели вдвое хуже. К этому можно добавить, что слой грязи и пыли на сухой дороге может действовать как смазка, ухудшающая сцепление.

Для шин, эксплуатируемых в зимнее время года, сцепление улучшают за счет правильного выбора конструкции шины, рисунка протектора (в том числе с шипами) и рецептуры (см. параграф 4.7.1).

При качении колеса эластичная шина деформируется, стремясь в зоне контакта принять форму более твердой дорожной поверхности. При этом происходят деформации материалов шины, которые в площади контакта сопровождаются местными проскальзываниями элементов рисунка протектора относительно дороги. Проскальзывание измеряется разностью между скоростью автомобиля и линейной скоростью вращения колеса. Степень проскальзывания заметно влияет на коэффициент сцепления шины с дорогой. Нарис. 7.21 показано изменение коэффициента сцепления в зависимости от степени суммарного продольного и бокового проскальзывания шины и состояния дорожного покрытия. На графике нулевая точка соответствует перекачиванию протектора по дорожному покрытию (как гусеница); уровень проскальзывания 100% соответствует полной блокировке колес

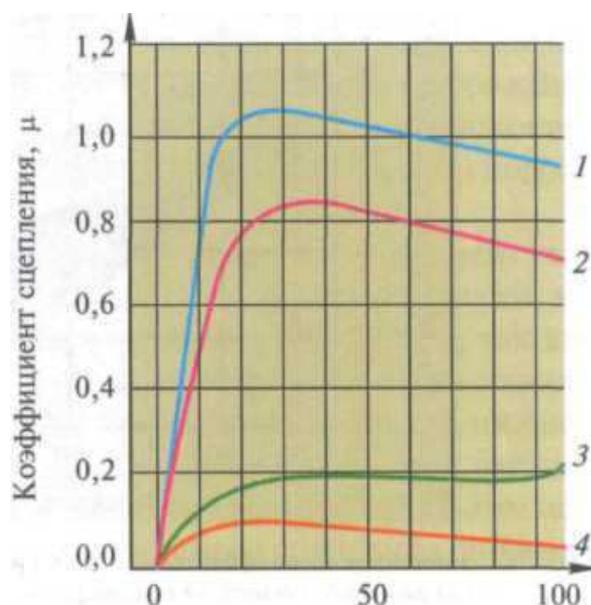


Рис. 7.21. Изменение коэффициента сцепления от степени проскальзывания на разных дорожных покрытиях:

- 1 - сухая дорога;
- 2 - мокрая дорога;
- 3 - рыхлый снег;
- 4 - гладкий лед

(юз). Максимальное значение коэффициента сцепления при прочих равных условиях достигается при проскальзывании в диапазоне от 10 до 30 % и зависит от состояния дорожного покрытия. Современные электронные системы ABS и ESB призваны автоматически регулировать режим торможения при оптимальном проскальзывании, обеспечивающий в реальных дорожных условиях использование максимально возможной силы сцепления. При этом ограничиваются непродуктивные более высокие степени проскальзывания и, соответственно, снижается износ рисунка протектора. Однако на гладкой обледенелой поверхности эти системы практически бесполезны.

На влажной и мокрой поверхности коэффициент сцепления существенно снижается с ростом скорости (рис. 7.22) [2]. Сцепление шины с сухой дорогой сравнительно мало зависит от скорости и определяется в первую очередь типом дорожного покрытия и свойствами резины протектора. Сцепление тем выше, чем больше площадь контакта шины с дорогой. Этим объясняется некоторое увеличение коэффициента сцепления на сухой дороге у шины с изношенным рисунком протектора по сравнению с новой (верхний график): в основании рисунка площадь его выступов несколько больше.

На мокрых дорогах сцепление определяется гидродинамическими свойствами пленки воды между шиной и дорогой (рис. 7.22, средний и нижний графики) и способностью рисунка протектора выдавливать и удалять жидкость из зоны контакта узкими прорезями, «впитывающими» влагу, и открытыми канавками, служащими для отвода воды

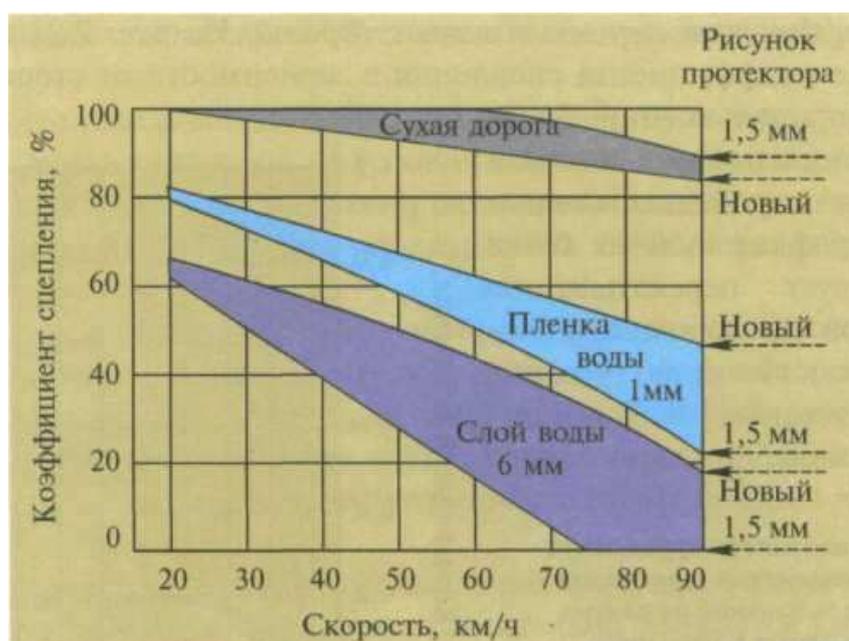


Рис. 7.22. Зависимость коэффициента сцепления с сухой и влажной дорогой от толщины водной пленки на ее поверхности, скорости движения и износа рисунка протектора

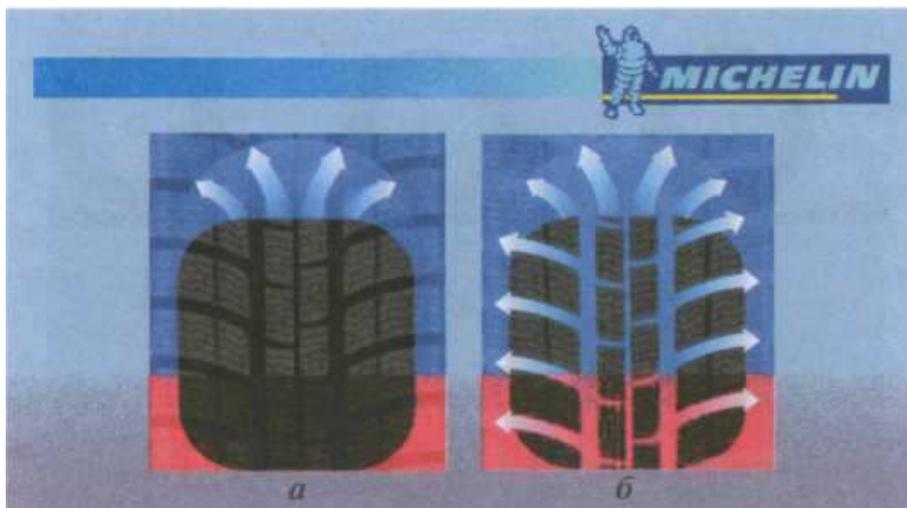


Рис. 7.23. Схема отвода воды с мокрой поверхности дорожного покрытия рисунком протектора шины Michelin Alpin A2 при толщине водяной пленки — 1 мм: а - скорость движения легкового автомобиля < 50 км/ч, вода полностью выдвинута из пятна контакта; б - скорость движения ~ 90 км/ч, контакт выступов рисунка с дорожным полотном еще сохраняется, но углубления рисунка уже полностью заполнены водой

из зоны контакта (см. параграф 4.7.1). При малой скорости движения и тонкой водяной пленке на поверхности мокрой дороги вода почти полностью выдавливается и отводится из плоскости контакта выступов рисунка протектора с полотном дороги (рис. 7.23, а), коэффициент сцепления не намного меньше, чем на сухой дороге (рис. 7.22, начало среднего графика).

С увеличением толщины слоя воды и скорости движения резко растет объем воды, подлежащей вытеснению, удаление ее из зоны контакта затрудняется (рис. 7.23, б). Фирма Michelin назвала количество воды, необходимое для вытеснения при скорости 80 км/ч, — это приблизительно 25 л/с. Не всякая шина способна поглотить такое количество воды! Отвод воды из зоны контакта протектора с дорожным покрытием особенно затруднен у низкопрофильных и широкопрофильных шин, отличающихся относительно широкой беговой дорожкой протектора.

С увеличением водяного слоя и скорости падает коэффициент сцепления. При этом в отличие от сухой дороги с ростом скорости это падение тем больше, чем больше износ рисунка протектора, так как сокращается объем углублений рисунка и, соответственно, их способность поглощать и отводить влагу. В примере, приведенном на нижнем графике рис. 7.22, при толщине слоя воды 6 мм и остаточной глубине рисунка протектора 1,5 мм (немногим меньше допустимого предела 1,6 мм) при скорости около 80 км/ч коэффициент сцепления снижается до 0 и возникает аквапланирование.



Рис. 7.24. Схема «всплытия» колеса на мокрой дороге и изменение пятна контакта с дорогой шины **205/55R16** (нагрузка на колесо 440 кг, давление воздуха в шине **0,24 МПа**, толщина слоя воды на поверхности дороги 5 мм) по мере роста скорости: а - 40 км/ч.; б - 75 км/ч.; в - 100 км/ч

7.6. **Аквапланирование**

Аквапланирование — это состояние, когда из-за плохого отвода воды из зоны контакта шины с дорогой образуется пленка, по которой шина «плышет» подобно лодке, шина полностью теряет сцепление с дорогой, ведущие колеса свободно вращаются, автомобиль не слушается руля. Аквапланирование возникает в результате комбинации таких факторов, как скорость автомобиля, тип и остаточная высота рисунка протектора, уровень внутреннего давления в шине и количество воды на дороге. На рисунке 7.24 [17] показана схема трех стадий движения шины по мокрой дороге с одинаковым слоем воды по мере увеличения скорости. В первом случае (а) при небольшой скорости движения шина справляется с удалением воды из зоны контакта, выступы рисунка протектора непосредственно соприкасаются с поверхностью дорожного полотна.

По мере повышения скорости перед шиной образуется утолщение водяной пленки — водяной клин, затем объем клина увеличивается, шина не успевает отводить всю воду, клин постепенно задвигается под шину, соприкасается с дорогой лишь часть выступов рисунка по плечам

и на выходе в задней части пятна контакта. С возрастанием скорости этот контакт все больше и больше утрачивается. По достижении критической скорости водяной клин полностью задвигается под шину, колесо «всплывает», автомобиль не слушается руля. Возникает катастрофическая ситуация, похожая на танец на льду, поэтому аквапланирование называют также скольжением по воде. Фотографии пятна контакта сделаны снизу через стеклянную плиту, покрытую слоем воды толщиной 5 мм при проезде по ней автомобиля с различными скоростями.

На *рис. 7.25* показан пример определения критической скорости по степени скольжения переднеприводного колеса: при 80 км/ч изношенная шина достигла предельного значения проскальзывания — 15% и полностью утратила контакт с дорогой.

Значения критической скорости современных моделей шин находятся в пределах 92 — 98 км/ч (*рис. 7.26*). Для шин с изношенным рисунком критическая скорость, примерно, на 30 км/ч меньше.

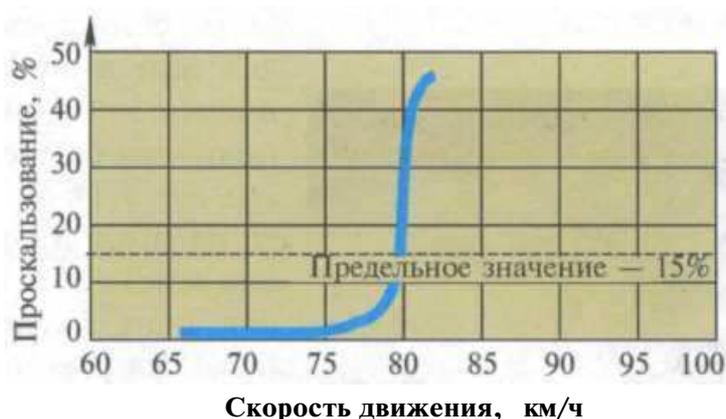


Рис. 7.25. Пример определения критической скорости переднего приводного колеса с шиной 175/70R13 по изменению степени его скольжения

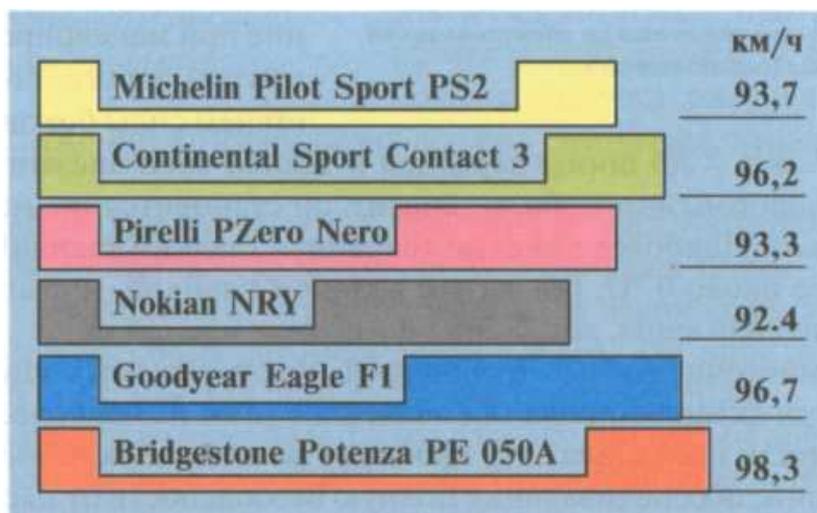


Рис. 7.26. Результаты испытаний на продольное аквапланирование современных моделей шин. Определение критической скорости, при которой возникает 15%-ное проскальзывание колес

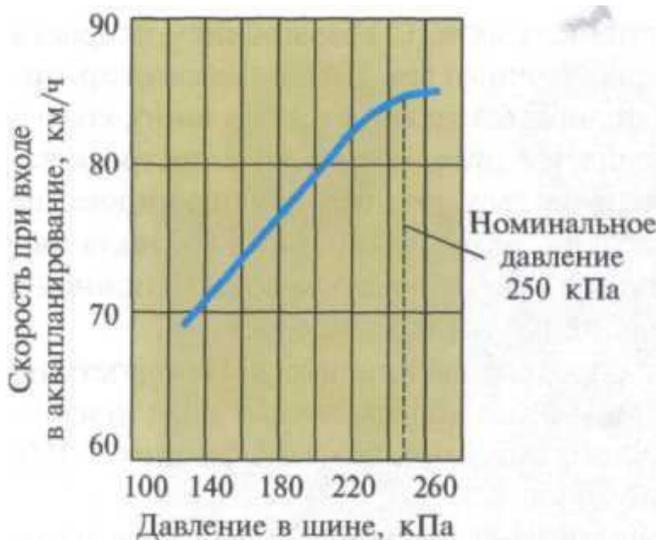


Рис. 7.27. Падение уровня критической скорости, при которой возникает аквапланирование, по мере снижения давления воздуха в шине (для шины 205/65R15 номинальное давление 250 кПа)



Рис. 7.28. Пониженное сцепление шины с дорогой при движении по снежно-водяной каше (слашпленинг)

(рис. 2.1, 7.19 и 7.20) шины передней и задней осей внезапно теряют контакт с дорогой, автомобиль заносит, он становится полностью неуправляемым. Наиболее тяжелые условия — гладкий тающий лед при температуре около 0 °С, покрытый водяной пленкой, и слашпленинг (снежно-водяная каша, рис. 7.28).

Среди многочисленных требований, предъявляемых шине, безопасность при аквапланировании является одним из наиболее важных. Производители шин ставят эту проблему во главу угла. Однако не существует шин, обеспечивающих полную безопасность от наступления явления аквапланирования. Поэтому независимо от квалификации водителя для избежания явления аквапланирования, он должен соблюдать следующие правила:

Влияние глубины рисунка протектора шины на величину критической скорости, при которой возникает аквапланирование при разной толщине водяной пленки, было показано на рис. 7.22.

Величина критической скорости аквапланирования зависит также от внутреннего давления в шине. Скорость вхождения шины в аквапланирование уменьшается при снижении давления, так как при этом снижается удельное давление в пятне контакта шины с дорогой, особенно по центру беговой дорожки (см. рис. 7.14, б). В результате на мокрой дороге водяной клин легче задвигается под шину, значительно понижается уровень критической скорости, при которой шина всплывает (рис. 7.27).

Особенно коварно поперечное аквапланирование при маневрировании на мокрой дороге: под воздействием силы бокового увода

1. Во время дождя на участках дороги, покрытых водой, и особенно при маневрировании снижать скорость; легкий ход руля — сигнал опасности. При этом рекомендуется кратковременно выключить сцепление и не крутить руль, а крепко его держать, чтобы предотвратить занос в момент выхода из аквапланирования.

2. Не допускать износа рисунка протектора более установленных норм. Особое внимание следует уделять износу протектора низкопрофильных и широкопрофильных шин. Для них нормы допустимого износа рисунка протектора, установленные для шин обычного профиля, недостаточны. Например, чтобы снизить опасность аквапланирования легковых низкопрофильных шин, остаточная высота их рисунка должна быть не менее 3 мм, а не 1,6 мм, установленная для шин обычного профиля.

3. Не допускать езды на шинах с давлением воздуха ниже нормы.

4. Не устанавливать на автомобиль шины с нижеуказанными различиями:

- диагональные и радиальные;
- широкопрофильные и обычные;
- летние и зимние;
- с разной степенью износа;
- разных размеров (только на некоторых автомобилях, в основном спортивных, разрешено применять колеса разного размера на передней и задней осях).

5. Рекомендуется устанавливать на автомобиль шины одного производителя, с одинаковым рисунком протектора, одного класса скорости и возраста.

7.7. **Нормы допустимого износа протектора**

Допустимый износ протектора регламентируют размером остаточной высоты выступов рисунка протектора, по достижении которой шина должна сниматься с транспортного средства.

Остаточная высота рисунка протектора, ниже которой рисунок теряет свои свойства и дальнейшая эксплуатация шины становится опасной, в большинстве стран определяется законодательно. В России для шин легковых автомобилей — 1,6 мм, для шин грузовых автомобилей — 1,0 мм, для шин автобусов и троллейбусов — 2,0 мм, для шин мотоциклов и мопедов — 0,8 мм. Однако эти нормы обеспечивают безопасность лишь на сухой или слабо увлажненной дороге с твердым покрытием. Для мокрого дорожного полотна они не приемлемы. На рис. 7.29 показан пример существенного увеличения тормозного пути на влажной дороге по мере износа рисунка протектора. Тормозной

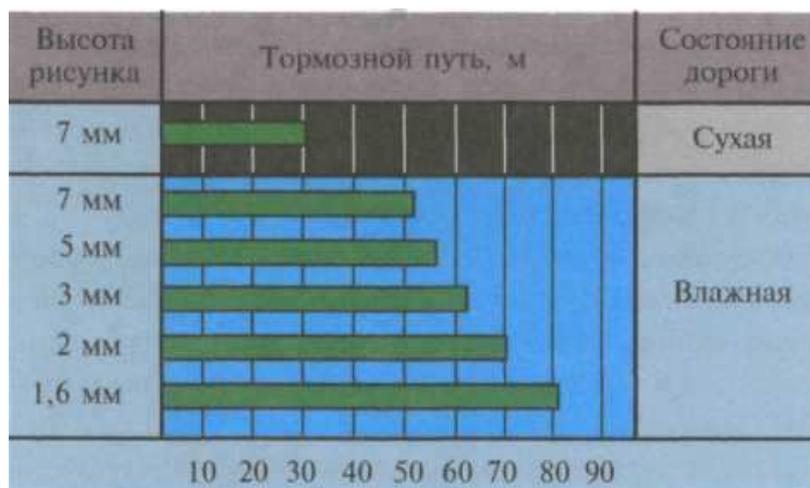


Рис. 7.29. Тормозной путь легкового автомобиля при снижении скорости со 100 до 60 км/ч на сухом и влажном дорожном покрытии в зависимости от степени износа рисунка протектора

путь легкового автомобиля при снижении скорости со 100 до 60 км/ч в случае предельно допустимого износа протектора с остаточной высотой рисунка 1,6 мм достигает 80 м, т.е. в полтора раза больше, чем в случае новых шин с неизношенным рисунком высотой 7 мм.

По мере износа рисунка протектора его элементы во время качения, в момент контакта с дорожным покрытием при торможении, деформируются в меньшей степени. Чем больше глубина рисунка протектора, тем более он энергоемок, тем более эффективно торможение. По мере износа рисунка протектора уменьшается объем деформируемой резины и снижается сопротивление качению: до 3% на каждый миллиметр износа, соответственно снижается эффективность торможения (в случае одинаковой площади контакта с дорожным покрытием).

В международной практике устанавливают дифференцированные допуски на износ протектора (рис. 7.30). Известные авторы [2] рекомендуют для гарантии безопасности легковых автомобилей в летних условиях не допускать эксплуатацию шин с оставшейся глубиной рисунка менее 2 мм, а широкопрофильных шин — 3 мм. Зимние шины теряют свои ходовые качества на снегу при глубине рисунка менее 4 мм. В Австрии на некоторых горных дорогах предельный износ рисунка протектора зимой установлен 4,5 мм.

Учитывая важность своевременного обнаружения критического уровня износа для безопасности движения, канавки рисунков современных шин в нескольких сечениях по окружности имеют специальные мостики — индикаторы износа (рис. 7.31). Если по мере износа протектора на каком-то участке высота рисунка сравнялась с индикатором, то шина должна быть заменена.

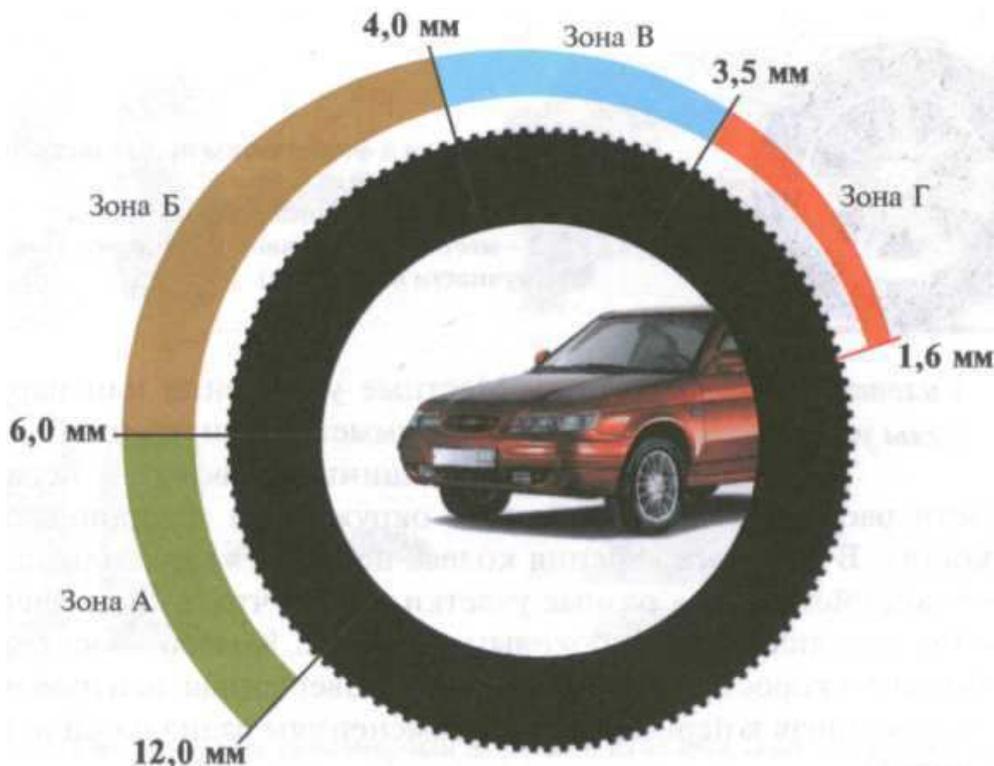
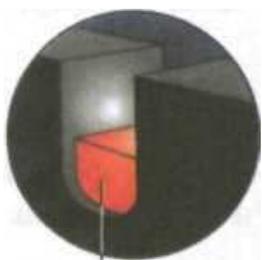


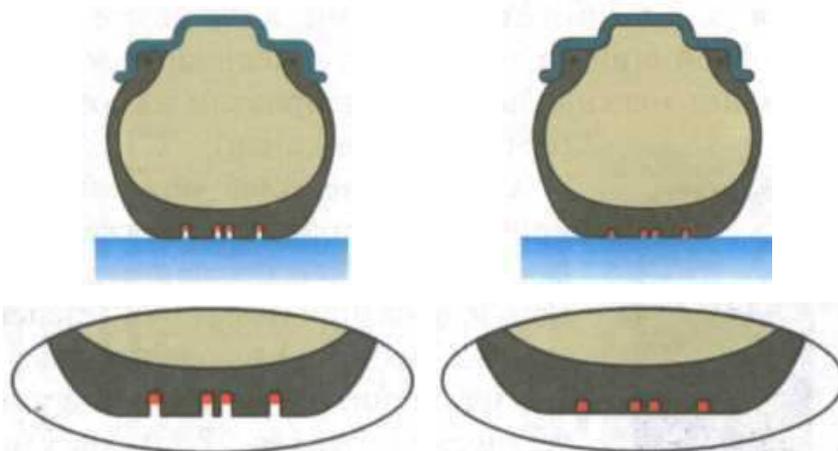
Рис. 7.30. Диаграмма износа рисунка протектора и нормы износа протектора, принятые за рубежом для шин легковых автомобилей; предельно допустимый износ, установленный законодательно, и рекомендуемый для разных дорожных условий:
 зона А - высота рисунка протектора новых шин;
 зона Б износа рисунка протектора. В ней обеспечивается безопасность при движении зимой на зимних шинах по снегу и грязи. Предельное минимальное значение высоты протектора в зоне Б - 4 мм;
 зона В износа рисунка протектора. В ней обеспечивается безопасность при прохождении летом мокрых участков дороги, при этом риск аквапланирования минимален. На границе этой зоны - 3 мм остаточной высоты рисунка - риск аквапланирования, особенно для широкопрофильных шин, возрастает. Кроме того, резко возрастает тормозной путь автомобиля;
 зона Г износа рисунка протектора. В ней явления, сопутствующие нижней границе зоны В, - 3 мм еще в большей мере возрастают. Высота рисунка протектора 1,6 мм является минимальным пределом, при котором допускается эксплуатация шин. При такой высоте протектора обеспечивается только остаточная безопасность шины

Фрагмент рисунка протектора



Индикатор износа

а



б

в

Рис. 7.31. Индикаторы износа рисунка протектора:
 а - индикатор износа; б - неполный износ рисунка протектора;
 в - износ до индикаторов, шина подлежит демонтажу

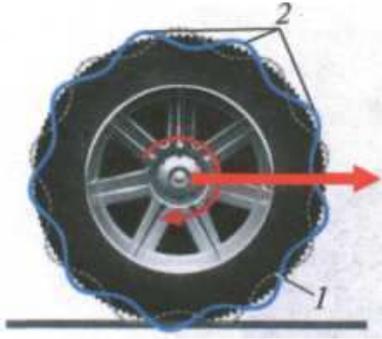


Рис. 7.32. Колебания и форма шины несбалансированного колеса:

- 1** - место дисбаланса (тяжелая точка);
2 - места повышенного, пятнистого износа (кучности колебаний)

7.8. Силовая неоднородность. Углы установки колес

Местные утолщения или нарушения симметрии внутренней структуры шины приводят к неравномерности распределения массы в ее окружной и меридиональной плоскостях. В процессе качения колеса центробежные силы неодинаково воздействуют на разные участки шины, что, в свою очередь, приводит к радиальным и боковым биениям. Колесо «восьмерит». Чем больше скорость, тем выше неуравновешенная центробежная сила, приводящая к периодическим изменениям радиальной нагрузки на колесо.

Шина как бы стремится стать «не совсем круглой» в плоскости качения. Эти геометрические метаморфозы не видны на глаз. Резонансное совпадение собственных колебаний шины с колебаниями, вызванными ее «утяжеленным местом», при определенной скорости приводит к вибрации, прерывистому гулу, снижает сцепление с дорогой, понижает управляемость автомобилем, безопасность и комфортабельность езды, сокращает срок службы ходовой части, кузова автомобиля и шин, приводит к повышенному пятнистому износу протектора (*рис. 7.32, 7.33*).

Процесс устранения эффекта неоднородности называется балансировкой шин. Обычно неоднородность шины контролируется и устраняется заводами-изготовителями в процессе производства. Перед установкой шин на автомобиль и периодически в процессе эксплуатации они должны быть сбалансированы в сборе с диском и камерой (если шина камерная).



Отклонение **углов установки колес** от нормы — причина неустойчивого движения автомобиля («увода», «рысканья»), неравномерного и преждевременного износа шин (*рис. 7.34*), деталей подвески, а также повышенного расхода топлива.

Нарушение геометрии осей автомобиля и углов установки колес (*рис. 7.35*) существенно увеличивает сопротивление качению, так как при этом возраста-

Рис. 7.33. Несбалансированная шина с повышенным, пятнистым износом рисунка протектора

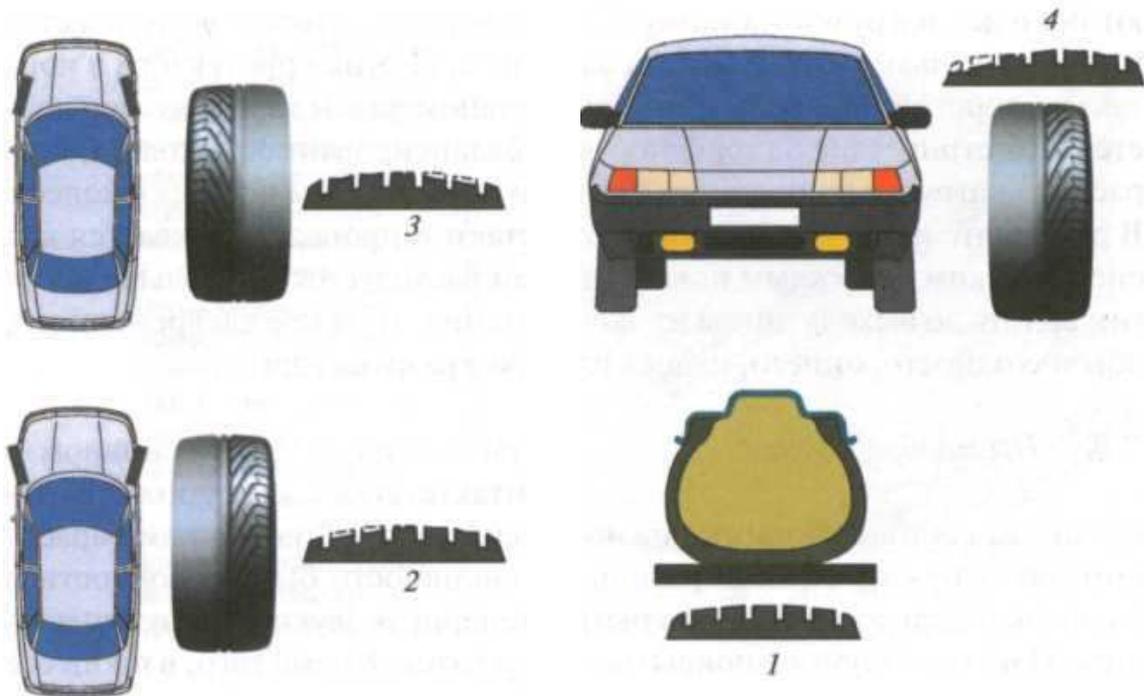


Рис. 7.34. Повышенный неравномерный износ шин из-за неправильного угла установки передних колес: 1- нормальный износ рисунка протектора при правильной установке колес; 2 - отрицательный угол схождения колес, износ внутренних дорожек; 3 - большое схождение колес, повышенный износ наружных дорожек рисунка протектора; 4 - отрицательный угол развала колес, прямоугольный износ внутренних дорожек

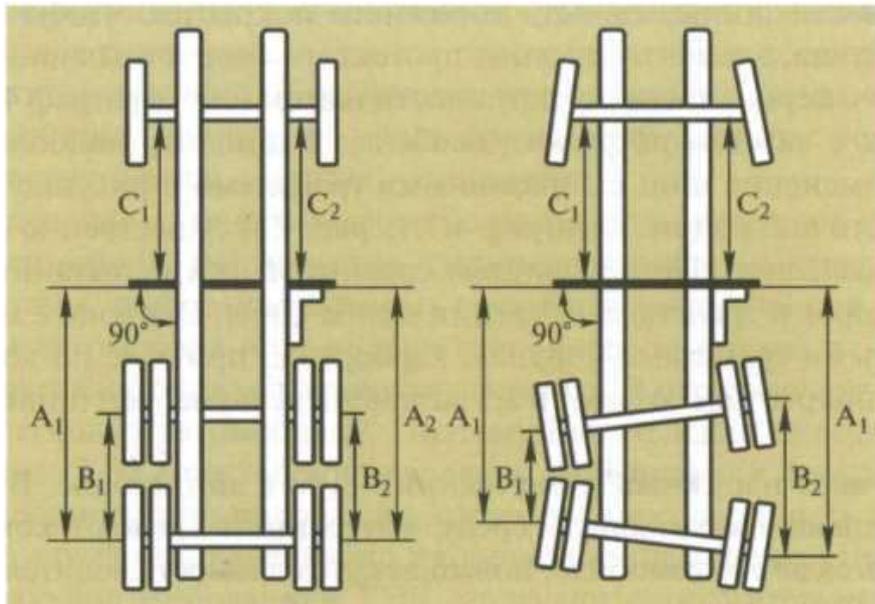


Рис. 7.35. Исправный (слева) и неисправный (справа) автомобили. У исправного автомобиля $L, \bullet A_2; C, = C_2; B, = B_2$ и колеса ориентированы точно в направлении движения. Оси неисправного автомобиля непараллельны друг другу ($B_2 > B_1$)

ют боковые нагрузки на шину и, как следствие этого, увеличивается зона проскальзывания и износа элементов рисунка протектора в контакте с дорогой. Износ принимает неравномерный характер, нарушается геометрическая однородность и сбалансированность колеса, возрастают нагрузки на подшипники и другие элементы подвески колеса. В результате нагрузки на шины возрастают и процесс развивается как снежный ком. С каждым новым циклом расходуется все больше энергии вплоть до выхода шины из эксплуатации из-за преждевременного, обычно одностороннего, износа или даже разрушения.

7.9. Шумообразование

Шум генерируется в основном в контакте шины с дорогой. В накачанном состоянии шину можно сравнить с туго натянутым барабаном, по которому с силой разной интенсивности бьют неровности и шероховатости дорожного покрытия, генерируя звуки, сливающиеся в шум. Наиболее шумное покрытие — брусчатое. Кроме того, в процессе качения шины порция воздуха как бы захватывается в пространстве между канавками рисунка протектора и дорогой и выдавливается из зоны контакта с характерным свистом. Поскольку рисунок протектора состоит из регулярно повторяющихся с определенным шагом элементов, то при достижении шиной определенной скорости в канавках рисунка может образоваться постоянная звуковая волна и шина начинает «гудеть».

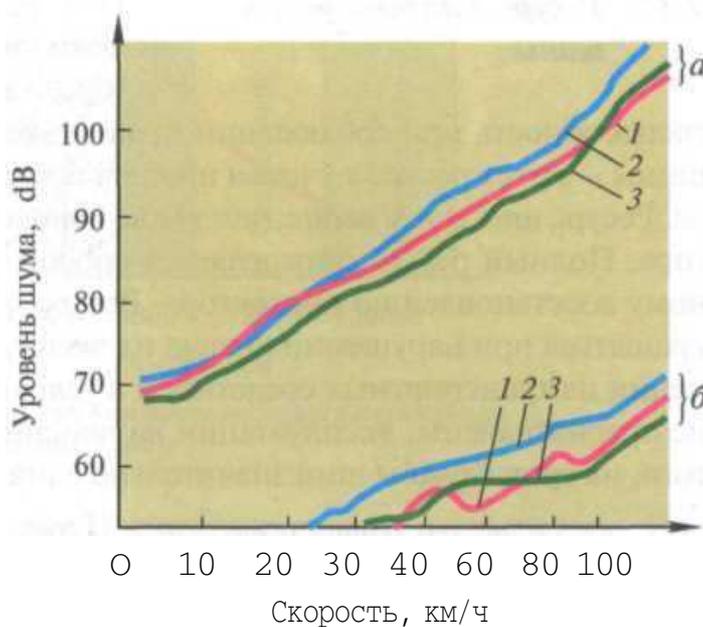
Уровень шума и порог скорости вращения колеса, при котором он возникает, зависит от особенностей дизайна рисунка протектора, упруго-жесткостных характеристик шины, силовой и статической неоднородности шины, свойств дорожного покрытия. Чтобы снизить уровень шума, элементы рисунка протектора скоростных шин проектируются с переменным по окружности шагом (см. параграф 4.7).

Шины с зимним рисунком, особенно с шипами, наиболее шумные. Применение шин с абразивными гранулами в рисунке протектора вместо шипов (см. параграф 4.7.1, *рис. 4.8*) существенно снижает шумообразование. По результатам сравнительных испытаний в Институте дорог и транспорта Швеции шины Green Diamond с мелкими абразивными гранулами корунда, карборунда при езде по дорогам с твердым покрытием создают в 2,5 раза меньше шума, чем шипованные шины.

Различают наружный и внутренний шум в автомобиле. Внешний шум ухудшает окружающую среду, внутренний снижает комфортность езды в автомобиле, повышает утомляемость водителя и пассажиров. Существенно и то, и другое.

На *рис. 7.36* показаны результаты замера внешнего и внутреннего шума легкового автомобиля на шинах разных конструкций и с раз-

Рис. 7.36. Влияние типа шин (радиальных 185R14 и диагональных 7,35-14) и скорости автомобиля на его шумообразование: а - наружный шум (60 мм позади левого заднего колеса); б - внутренний шум (окна закрыты, микрофон установлен на уровне головы водителя); 1 - диагональные шины, протектор - продольные ребра; 2 - радиальные шины, протектор - отдельные блоки; 3 - радиальные шины, протектор - продольные ребра



ными рисунками протектора. С ростом скорости увеличивается шум, особенно внешний. Диагональные и радиальные шины с одинаковым типом рисунка протектора «продольные ребра» имеют близкий уровень шумообразования. Заметно увеличивает шум рисунок из отдельных блоков, особенно внутри автомобиля.

Грузовые шины в зависимости от шумообразования делят на три группы: самые шумные — шины высокой проходимости с широкими канавками, менее шумные — шины с центральными продольными ребрами и поперечными канавками в плечевой зоне, наименее шумные — шины с рисунком протектора в виде продольных ребер.

Износ рисунка протектора заметно увеличивает уровень шума. У шин разных типов максимальное шумообразование достигается при разной степени износа. Давление воздуха в грузовых шинах оказывает неопределенное влияние на шумообразование: у одних с ростом давления увеличивается, у других — снижается.

Уровень шума, генерируемого большинством агрегатов современного автомобиля, нормируется национальными и международными стандартами, требования которых постоянно ужесточаются. На фоне «тихого» автомобиля шум от шин становится заметным в общем балансе других источников, включая двигатель. В первую очередь это касается легковых автомобилей. Поэтому Европейская Экономическая Комиссия (ЕЭК) постепенно вводит в свои правила, регулирующие сертификацию шин, положения, отражающие способность шин к генерации шума при качении по различным типам дорог. Шины, удовлетворяющие требованиям ЕЭК, получают дополнительный знак — букву «S» — в конце номера сертификата (см. Приложение 10.5), а в будущем планируется ввести специальный ярлык, отражающий уровень качества шин, включая шумообразование (см. рис. 7.41).

7.10. Ресурс и полный ресурс шины

Под ресурсом шины понимается суммарный пробег, в течение которого шина сохраняет свою работоспособность при соблюдении правил эксплуатации. Полный ресурс шины — это ее ресурс с учетом пробега после восстановления протектора. Ресурс шины тем выше, чем выше износостойкость рисунка протектора. Полный ресурс определяется способностью шины к многократному восстановлению протектора. Ресурс шин может значительно сокращаться при нарушении правил их эксплуатации и хранения, применении на транспортных средствах и в условиях, для которых эти шины не предназначены, эксплуатации на неисправных автомобилях. Кроме того, на срок службы шин значительно влияют такие факторы, как:

- *скорость и условия вождения.* Неровные дороги, резкое ускорение движения, частое торможение создают условия, которые могут значительно снижать срок службы шин (при скорости 120 км/ч шина изнашивается в 2 раза быстрее, чем при скорости 70 км/ч);
- *температура окружающей среды.* На характеристики износостойкости рисунка протектора шин и вероятность перегрева и разрушения элементов конструкции в немалой степени влияет температура воздуха во время движения;
- *недостаточный или избыточный уровень внутреннего давления.* При снижении внутреннего давления увеличивается амплитуда деформаций шины и повышается теплообразование, что приводит к ускоренному усталостному разрушению шины. При давлении выше нормы ускоряется износ протектора, особенно по центру беговой дорожки, из-за увеличения давления в контакте; возрастающие при этом напряжения в элементах конструкции увеличивают опасность разрыва каркаса и брекера при наезде на препятствия, особенно на высокой скорости, и могут стать причиной внутренних расслоений;
- *удары о бордюры тротуаров, движение по выбоинам на высокой скорости, камни и другие препятствия* могут быть причиной повреждения шины особенно при перегрузе и нарушении норм внутреннего давления в шине, последствия которых не всегда проявляются сразу (см. 7.3, 7.4).

Соблюдение правил эксплуатации шин и условия их эксплуатации, стиль вождения автомобиля и его техническое состояние, другие факторы, отмеченные выше, оказывают существенное влияние на ресурс шины. На рис. 7.37 представлены европейские статистические данные наблюдения за ходимостью шин легковых автомобилей в зависимости от стиля их вождения. Если при нормальном стиле вождения средний пробег шин составлял около 50 000 км, то жесткий (агрессивный) стиль,

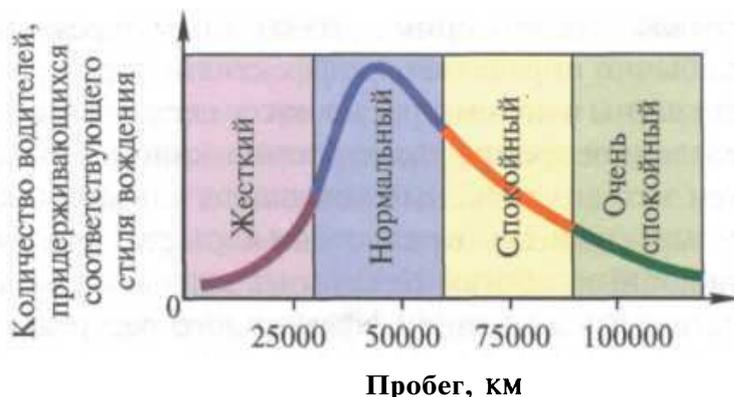


Рис. 7.37. Влияние стиля вождения легкового автомобиля на долговечность шин

с нарушением указанных выше правил снизил этот пробег вдвое. Напротив, очень спокойный стиль вождения позволил вдвое увеличить пробег. На рис. 7.38 показана зависимость срока службы грузовых шин от условий их эксплуатации.

7.11. Эффективный ресурс. Экономическая эффективность шин

Чем больше эксплуатационные нагрузки на шину, чем интенсивнее она эксплуатируется, тем меньше ее срок службы. В зависимости от условий перевозок ресурс шин, выраженный в километрах пробега, может различаться в 1,5 раза и больше. Для сравнения эффективности и выбора оптимального

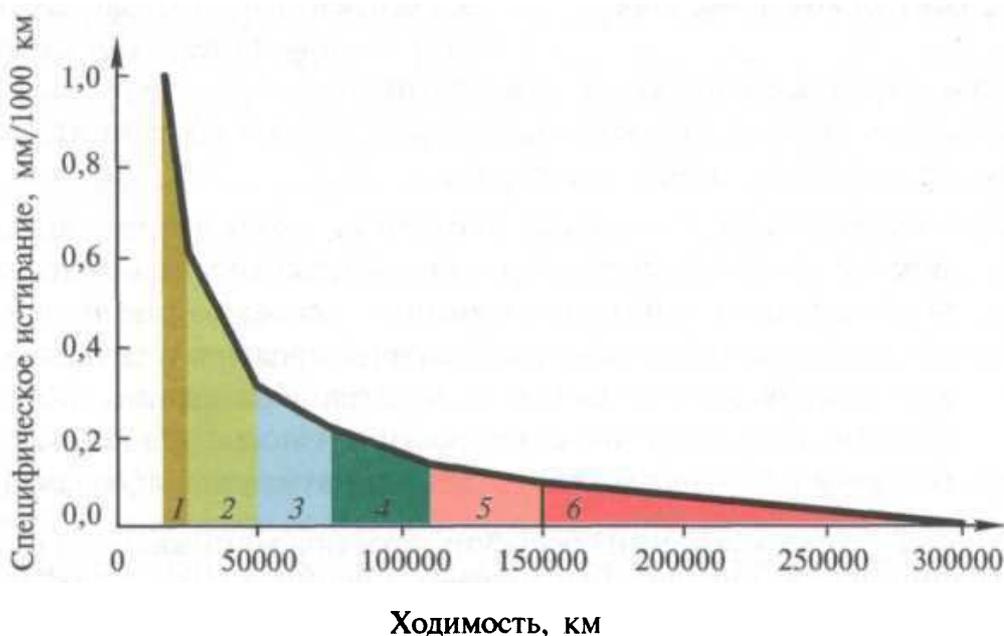


Рис. 7.38. Средние пробеги грузовых шин в разных условиях эксплуатации автомобиля: 1 - на строительных объектах; 2 - при перевозке мусора; 3 - в городских условиях; 4 - движение в пригороде; 5 - движение на равнинной местности; 6 - на дальних перевозках

типоразмера грузовой шины применительно к конкретным условиям эксплуатации обычно определяется эффективный ресурс как произведение пробега шины в километрах на массу перевезенного ею груза в тоннах за определенное время в часах: в тонно-километро-часах (ТКЧ); Особенно важен этот комплексный показатель для шин, эксплуатирующихся в тяжелых условиях — в различных карьерах, шахтах, на земляных и других подобных работах. Некоторые заводы-изготовители указывают «нормативное» значение эффективного ресурса — ТКЧ — на боковине шины.

Повышение грузоподъемности шины достигают совершенствованием ее конструкции, увеличением прочности и габаритов шина, объема содержащегося в ней воздуха. Это обычно сопряжено с увеличением массы шины и, соответственно, с ростом ее стоимости и эксплуатационных расходов (в первую очередь расхода топлива).

Эффективность (экономичность) шины (Э) оценивают суммарными затратами, отнесенными к 1 км ее пробега, по формуле:

$$\text{Э} = \text{СШ}/\text{QL} + \text{СТ}/\text{Q},$$

где: СШ — сумма стоимости шины и затрат на ее ремонты;

Q — грузоподъемность шины;

L — пробег шины до списания (с учетом пробега после ремонта);

Ст — стоимость топлива на 1 км пути для компенсации потерь качения в шине.

7.12. Оценка качества шин

Рассмотренные в настоящем параграфе эксплуатационные характеристики шины предъявляют к ней противоречивые, порой взаимоисключающие требования, которые условно можно объединить в две основные антагонистичные категории:

- требования безопасности движения, включающие высокие показатели сцепления с дорогой, торможения, устойчивости и управляемости при маневрировании, особенно зимой;
- экономичность и охрана окружающей среды, в том числе низкие сопротивление качению и теплообразование, высокие максимально допустимые скорости и износостойкость, минимальный уровень вредных выделений в окружающую среду.

Вторая группа требований обеспечивается при минимальном поглощении шиной подводимой к ней энергии, а первая группа — наоборот.

Для определения эксплуатационного качества шины в целом используют сумму баллов оценки каждой из ее эксплуатационных характеристик с учетом коэффициентов их значимости. При этом обычно используют 100-балльную систему оценки (таблица 7.3.). Для объ-

ективной оценки качества каждой модели шины проводят серию испытаний по каждой из ее эксплуатационных характеристик, представляющие собой весьма трудоемкие и дорогостоящие программы. Заманчиво применение единого комплексного показателя, характеризующего технический уровень шины.

Уникальная чувствительность величины сопротивления качению шины к ее конструктивным особенностям, свойствам использованных материалов, к уровню качества изготовления (однородности и наличия скрытых внутренних дефектов), а также к условиям эксплуатации, делает этот показатель привлекательным для его использования в качестве комплексной оценки и нормирования в будущем технического уровня новой шины. Европейский союз, как заявлено в Директиве 2001/43/СЕ, и некоторые другие государства рассматривают возможность введения норм на сопротивление качению шин. Кроме того, улучшение международного сотрудничества увеличивает потребность обмена опытом по вопросу о сопротивлении качению шин (неофициальный Документ GRRF-56-24). Сторонники такого подхода ведут исследования с целью усовершенствования или разработки новых методов оценки коэффициента сопротивления качению шин, способных более полно и адекватно отразить многообразие режимов качения и нагружения шины в процессе испытаний и обработки их результатов.

Покаже каждая шинная компания находит свой компромисс между уровнем сопротивления качения шины и другими ее потребительскими и прочностными характеристиками. Шина, превосходящая другие по показателю потерь на качение, может оказаться не лучшей по другим характеристикам и в целом уступать по комплексу эксплуатационных показателей. Из *таблицы 7.3*, приведенной из американского журнала «Consumer Report», который регулярно тестирует шины, популярные на потребительском рынке, можно почерпнуть сведения о характеристиках ряда шин. Как видно из таблицы, в первой пятерке лучших по всему комплексу свойств только шина Michelin (2-е место) имеет отличные результаты по сопротивлению качению. А шины фирмы Sumitomo — тоже великолепные по этому показателю — в целом признаны экспертами журнала худшими из 15 представленных моделей из-за плохих характеристик сцепления на заснеженной дороге и торможения на льду.

Фирма Continental возражает против возможного введения требований Европейского союза по сопротивлению качению. Глава правления фирмы в Ганновере Манфред Веннемер считает, что эксплуатационные характеристики шины должны быть хорошо сбалансированы, а введение норм на сопротивление качению приведет к ухудшению других характеристик. Компания аргументирует свою позицию приведенной иллюстрацией (*рис. 7.39*). При торможении со скорости 100 км/ч на мокрой дороге тормозной путь автомобиля на шинах с хо-

Таблица 7.3

Фирма изготовитель и модель	Суммарная оценка по 100-бальной шкале: 0 – очень плохо 100 – великолепно	Вождение не в зимние сезоны				Сопротивление качению	Вождение зимой		Показатели комфорта	
		Торможение на мокрой дороге	Торможение на сухой дороге	Маневрирование	Акватланирование		Сцепление на снегу	Торможение на льду	Управляемость	Шумообразование
Goodyear Assurance Triple Tred	80	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Michelin X Radial (Club Tire)	79	●	●	●	●	●	○	○	●	○
Hankook Mileage Plus II H725	73	●	●	●	●	●	●	●	●	○
Yokohama Avid TRZ	71	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Michelin HydroEdge	68	●	●	●	○	●	○	●	●	●
Michelin Agility Touring (Sears)	62	●	●	●	●	●	●	●	○	●
Michelin Harmony	61	○	●	●	●	●	●	●	●	○
Dayton Grenadier PLE	59	●	●	○	○	●	○	○	●	●
Kelly Navigator Platinum TE	59	●	●	●	○	●	○	●	○	●
Pirelli P3000	56	●	●	○	●	●	●	●	○	○
Goodyear Assurance ComforTred	53	○	○	○	●	●	●	○	●	○
Toyo 800 Ultra	51	○	○	○	○	●	●	●	●	●
Bridgestone Turanza LS-T	49	●	●	○	●	●	○	○	○	●
Uniroyal Tiger Paw AWP	46	●	○	○	●	●	○	○	●	○
Sumitomo HTR T4	44	●	○	○	○	●	○	○	○	○

Условные обозначения:

- — великолепно
- — очень хорошо
- — хорошо
- — плохо
- — очень плохо



Рис. 7.39. Тормозной путь на мокрой дороге со скоростью 100 км/ч хорошо сбалансированной конструкции шины (вверху) и шины (внизу), конструкция которой сфокусирована на снижение потерь на качение

рошо сбалансированными свойствами составил 72 м. В то же время автомобилю на шинах, конструкция которых сфокусирована на снижении сопротивления качению, потребовалось до полной остановки 80 м, а через 72 метра торможения его скорость еще составляла около 35 км/ч [25].

С другой стороны, достижения фирмы Michelin демонстрируют высокий уровень свойств практически во всем спектре эксплуатационных показателей. Специальная научно-исследовательская программа фирмы Michelin призвана в течение следующих 10–15 лет снизить потери на качение в шинах на 50%, что позволит на 10% сократить расход топлива автомобилем без потери качества по другим параметрам [25].

Возможно, точку в этом споре сможет поставить лаборатория Smizers, которая получила недавно от правительства штата Калифорния 400 млн долларов на разработку совокупного показателя экономичности шины.

Европейский союз планирует ввести в качестве обязательного сопроводительного документа на шины специальный ярлык, из которого наглядно будет видно, как три потребительских качества — топливная экономичность, сцепление с мокрой дорогой и уровень шума — сочетаются в конкретной модели шины [10]. Проект такого ярлыка показан на рис. 7.40 [20]. Как видно из рисунка, уровень характеристик предполагается оценивать буквами — от А до G и цветом — от зеленого до красного. Обозначение А и зеленый цвет соответствуют лучшим показателям, тогда как G и красный цвет — худшим. Уровень шума предполагается указывать в децибелах и, в скобках, буквами, аналогично двум другим показателям, но без выделения цветом.

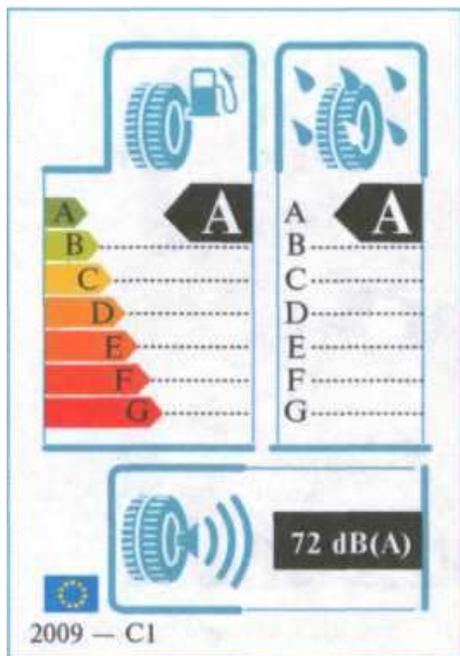


Рис. 7.40. Проект ярлыка на шины, предполагаемого к внедрению в странах - членах Европейского союза с октября 2012 года

Анализ современного уровня знаний шинных материалов и технологических процессов их производства показывает, что практически невозможно создание шины, все эксплуатационные показатели и потребительские свойства которой одновременно достигали бы наилучших значений. Кроме того, значения всех трех показателей, указываемых на ярлыке, зависят от многочисленных и подчас трудно учитываемых внешних условий и чувствительны к методам испытаний.

Поэтому многие производители шин не поддерживают идею такого ярлыка [20], в то время как другие, напротив, уже сопровождают ими свои шины, рассматривая их как возможность дополнительной рекламы своей продукции. Если соответствующий законопроект будет своевременно одобрен всеми странами — членами ЕС, то уже к концу 2012 года ярлык, подобный приведенному на рис. 7.40, станет неотъемлемой частью документации на шины при их продаже и восстановлении [10].

8. МАРКИРОВКА ШИН

На боковину шины наносятся надписи, содержащие основные сведения о ней и условиях эксплуатации, для которых она предназначена, а также перечень международных и национальных стандартов, на соответствие которым шина сертифицирована (*Приложение 10.4*). Для расширения рынка сбыта своей продукции производители часто одновременно сертифицируют шины на соответствие нескольким международным и, если необходимо, национальным стандартам государств-импортеров. Маркировка боковины шины состоит из обязательных и дополнительных (необязательных) надписей.

8.1. *Обязательные сведения в маркировке шин*

Ниже приведены сведения, которые различные стандарты относят к обязательным сведениям при маркировке шин. Эти сведения у различных стандартов практически совпадают или очень близки; наносятся они на боковину шины. Обязательные сведения включают:

Ниже приведены сведения, которые различные стандарты относят к обязательным сведениям при маркировке шин.

обозначение шины (*Приложение 10.1*). Обозначение шины (в обиходе часто называют размером шины) содержит миллиметровое, дюймовое или смешанное обозначение ее основных размеров. Для радиальных шин обозначение дополняется буквенным индексом «P» или «R». Отсутствие такого индекса указывает, что шина имеет диагональную конструкцию.

Размер легковых и грузовых шин обычного профиля указывается сочетанием двух параметров: ширины профиля и посадочного диаметра, разделенных дефисом. Серия низкопрофильных легковых шин 70 и ниже и грузовых шин 80 и ниже указывается непосредственно после ширины профиля через наклонную черту. В радиальных шинах вместо дефиса находится соответствующий индекс. Например, 155-13, 155R13, 175/70R13, 320-508, 11R22,5, 315/80R22,5 и т.д.

Размер широкопрофильных шин указывается сочетанием трех параметров: наружного диаметра, ширины профиля и, через тире, посадочного диаметра. Например, шина с наружным диаметром 1080 мм, шириной профиля 425 мм и посадочным диаметром 484 мм имеет обозначение 1080x425 — 484.

Крупногабаритные широкопрофильные шины дополнительно имеют обозначение в дюймах: 20,5—25(1510x520—635);

индекс несущей способности (грузоподъемности) — обозначение максимально допустимой нагрузки на шину. Для грузовых шин индекс указывается для одинарных и сдвоенных колес (7.3, *Приложение 10.2*);

индекс категории скорости — обозначение максимально допустимой скорости (7.2, *Приложение 10.3*);

индекс давления — обозначение максимально допустимого давления воздуха в шине указывается в PSI (фунты на квадратный дюйм; 1 PSI = 6,9 кПа = 0,07 кгс/см²) и/или в других единицах измерения (кПа, МПа, кгс/см²);

знак соответствия европейским международным правилам. Обозначается индексом E с номером страны, выдавшей сертификат соответствия Правилам Европейской Экономической Комиссии (ЕЭК) ООН №30 (для легковых шин) и №54 (для грузовых шин). Наличие этого знака обязательно на всех шинах для эксплуатации в европейских странах;

страну-изготовитель. Пишется на английском языке: «Made in ...»;

фирму-изготовитель и/или ее товарный знак. Приводится принятое сокращенное наименование изготовителя и/или его утвержденный товарный знак;

обозначение стандарта. Может быть указано несколько стандартов одновременно, если шина им соответствует или по которым она сертифицирована;

порядковый номер шины. Заводской серийный номер. По этому номеру при необходимости может быть восстановлена история изготовления и продажи шины;

дату изготовления. До 2000 года состояла из трех цифр, из которых первые две указывали неделю, а последняя — год изготовления. На шинах, изготовленных после 2000 года, год указывается двузначным числом, а дата содержит 4 цифры.

8.2. *Дополнительные сведения в маркировке шин* Надписи на боковине шины также всегда содержат дополнительные обозначения, раскрывающие особенности конструкции и применения шины или призванные подчеркнуть какие-либо важные ее характеристики. К таким дополнительным обозначениям относятся:

P, C (или LT), ST — обозначение, характеризующее назначение шины соответственно для шины легкового, коммерческого (легкогрузового) автомобиля или специального трейлера:

«**Tubeless**» или «**Tube Type**» — бескамерные или камерные шины, соответственно;

«**Steel**» — шины с металлокордом в брекере;

«**Allsteel**» — цельнометаллокордные шины;

«**Regroovable**» — шины, для которых имеется возможность углубления рисунка протектора нарезкой;

«**Reinforced**» — усиленные шины;

«**Север**» — морозостойкие зимние шины; могут обозначаться также пиктограммой в виде снежинки и/или заснеженной горы;

Буква «Т» — шины радиальной конструкции с текстильным брекером и каркасом;

Знак «M + S» или «**MS**» — шины с зимним рисунком протектора, предназначенные для «мягких» зимних условий;

«**All seasons**» — всесезонные шины;

Буквы «TW», «W», «V» или другой символ — указывают место расположения индикаторов износа и находятся в плечевой зоне протектора;

«**Rotation**» — направление вращения (для шин с направленным рисунком);

«**Side facing inwards**» — сторона, обращенная внутрь;

«**Side facing outwards**» — сторона, обращенная наружу (для асимметричных шин);

«**Retread**» — восстановленная шина;

«**Tread Plies:...**» — показывает тип корда и количество его слоев брекера и каркаса, находящихся непосредственно под протектором шины (например, «2 Polyester+1 Polyamide+2 Steel»);

«**Sidewall Plies:...**» — тоже по боковине;

- «**Tread wear**» — показатель износостойкости; в соответствии с американским стандартом показывает износостойкость протектора относительного стандартизованного образца, уровень свойств которого принимается за 100(%); Показатель выше 100 — улучшенная износостойкость, меньше — плохая;
- «**Traction**» — сцепление; по американскому стандарту оценивается при испытании шины на торможение на мокром асфальтобетонном покрытии на прямолинейном участке и обозначается буквами **AA**, **A**, **B** и **C** от высшего к низшему уровню. Шина, имеющая маркировку **AA**, имеет очень хорошие характеристики сцепления, **C** — худшие;
- «**Temperature**» — температура; характеристика теплообразования шины; определяется специальными лабораторными испытаниями. Стандартом США предусмотрено три уровня этого показателя — **A**, **B** и **C**. **A** — очень хороший уровень, **B** — средний, **C** — минимально допустимый. Все легковые шины должны иметь уровень этого показателя не ниже **C**.

Примеры надписей на боковине различных типов шин приведены в *Приложении 10.5*.

9. АВТОМОБИЛЬНЫЕ КОЛЕСА

Колесо¹ является неотъемлемой частью ходовой системы транспортного средства. В связи с этим для легковых, грузовых, специализированных автомобилей и автобусов, сельскохозяйственных и других машин применяют колеса различных конструкций и размеров.

- 9.7. Классификация колес** Колеса принято подразделять по следующим основным признакам:
- по принадлежности к тому или иному типу транспортного средства — для легковых, грузовых автомобилей, автобусов и других транспортных средств. Конструктивные параметры колес каждого типа транспортного средства соответствуют типичным для них эксплуатационным нагрузочным характеристикам и размерам;
 - по типу применяемых шин — могут быть для шин камерной, бескамерной конструкции, для шин с регулируемым давлением и т.д.;
 - по числу колес, устанавливаемых на ступицу, — могут быть одинарными и сдвоенными. Сдвоенные колеса применяются

¹ См. пояснения параграфа 1.1.

- обычно на ведущих осях легкогрузовых и грузовых автомобилей, а также на автобусах;
- *по способу монтажа/демонтажа* — могут быть неразборными или со съемными фланцами. Последние называют также многокомпонентными, в зависимости от количества деталей, из которых они состоят. Наиболее часто встречаются двух- или трехкомпонентные конструкции;
 - *по конструкции обода* — могут быть с плоскими или коническими полками, с монтажным ручьем в центральной части обода (глубокий обод) или без него;
 - *по способу крепления на ступице* — могут быть дисковыми или бездисковыми;
 - *в зависимости от расположения обода относительно диска колеса* — могут быть с положительным, нулевым или отрицательным вылетом;
 - *по материалу и технологии изготовления* — могут быть стальными, из легких сплавов, композитных материалов, литыми, коваными и штампованными.

9.2. Конструкция колеса пневматической шины

В наиболее общем случае колесо состоит из обода и диска. Иногда колесо включает элементы ступицы, внутри колеса может быть размещен электродвигатель, но такие конструкции применяются пока только в специальных, в основном в исследовательских целях, они не имеют широкого распространения и не рассматриваются в настоящей книге.

Ободом автомобильного колеса называется часть колеса, на котором монтируется пневматическая шина. Ободья, как правило, состоят из трех основных компонентов (рис. 9.1): центральной цилиндрической части 1, полок 2 и фланцев 3, называемых также закраинами обода.

Конструктивное исполнение и геометрические параметры ободьев определяются, в первую очередь, размером и типом шин, для которых они предназначены: для легковых, грузовых, авиационных или других, для камерной или бескамерной конструкции, для специальных, безопасных и т. д. Основными переменными параметрами ободьев при этом являются их посадочный диаметр (рис. 9.2), угол наклона полок и расстояние между закраинами. Конструкции

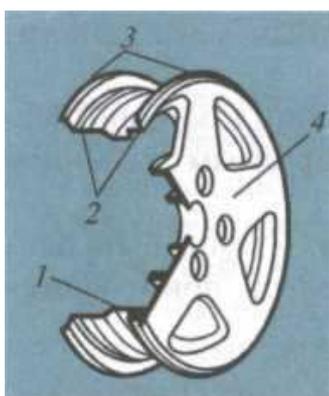


Рис. 9.1. Основные элементы конструкции автомобильного колеса:

- 1 - центральная цилиндрическая часть обода;
- 2 - полки обода;
- 3 - фланцы (закраины обода);
- 4 - диск колеса



Рис. 9.2. Основные элементы неразборного обода пневматической шины

ободьев внутри каждого типа колес унифицированы. Конкретные геометрические параметры — толщина обода, их радиусы скругления и другие образуют комплекс размеров и определяются изготовителями колес в зависимости от нагруженности.

Центральная цилиндрическая часть по своему профилю может быть плоской в сечении или иметь ручьевые углубления, облегчающие монтаж/демонтаж шин, что определяется типом и размером шин, которые должны монтироваться на ободу.

Фланцы (закраины) обода непосредственно взаимодействуют с бортами шины и воспринимают передаваемые ими усилия. Они ограничивают деформацию бортов шины и защищают их от внешних повреждений.

Полки обода служат опорой для подошвы борта шины. Они передают усилия и моменты между колесом и шиной, а также обеспечивают герметичность посадки шин бескамерной конструкции.

По своему конструктивному исполнению ободья могут быть разборными и неразборными. Разборные ободья имеют съемный фланец (закраину) 3 (рис. 9.3) и/или полку обода. В некоторых конструкциях съемный фланец выполняется единой деталью с полкой. Конструкцией таких ободьев предусматривается запорное устройство, в простейшем случае представляющее собой пружинное запорное кольцо 4, крепящееся в специальной проточке на цилиндрической центральной части обода /. Если разборный обод применяется для бескамерной шины, то герметизация стыка осуществляется уплотнительным резиновым

Рис. 9.3. Разборный трехкомпонентный обод:

- 1 - цилиндрическая часть;
- 2 - уплотнительное резиновое кольцо;
- 3 - съемный фланец;
- 4 - пружинное запорное кольцо

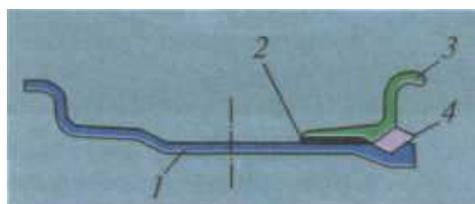




Рис. 9.4. Установка запорного кольца при монтаже шины на разборный обод

обходимость повышенных требований безопасности при монтаже/демонтаже, поскольку пружинное запорное кольцо при неаккуратном обращении может нанести травму.

Кроме того, разборная конструкция обода имеет ограничение по надежности в эксплуатации, так как запорное кольцо при определенных условиях, например при потере давления шиной или ПО недосмотру шиномонтажника, может разблокироваться при движении автомобиля. Разборные ободья применяются в основном для камерных грузовых шин, крупногабаритных шин, сельскохозяйственной техники и некоторых других машин.

Ободья неразборной конструкции, в которых фланцы, полки и центральная часть выполнены единой деталью, являются лучшим решением для бескамерных шин, поскольку целостность изделия автоматически обеспечивает его герметичность. Посадочный диаметр шины меньше, чем наружный диаметр закраины обода, поэтому при монтаже/демонтаже шины на неразборный обод ее борта необходимо деформировать (рис. 9.5).

Для того чтобы уменьшить эту деформацию и снизить вероятность повреждения шины, закраины безразборного обода имеют относительно небольшой диаметр, а центральная часть выполняется с глубо-



Рис. 9.5. Деформирование борта шины в процессе монтажных работ

кольцом 2. Основным преимуществом разборной конструкции обода является простота операций монтажа/демонтажа шин, так как при этом не требуется деформировать борт шины (рис. 9.4). Особенно это свойство ценно для шин больших размеров высокой грузоподъемности.

К недостаткам этого типа ободьев относятся трудность их надежной герметизации, не-

обходимость повышенных требований безопасности при монтаже/демонтаже, поскольку пружинное запорное кольцо при неаккуратном обращении может нанести травму. Кроме того, разборная конструкция обода имеет ограничение по надежности в эксплуатации, так как запорное кольцо при определенных условиях, например при потере давления шиной или ПО недосмотру шиномонтажника, может разблокироваться при движении автомобиля. Разборные ободья применяются в основном для камерных грузовых шин, крупногабаритных шин, сельскохозяйственной техники и некоторых других машин. Ободья неразборной конструкции, в которых фланцы, полки и центральная часть выполнены единой деталью, являются лучшим решением для бескамерных шин, поскольку целостность изделия автоматически обеспечивает его герметичность. Посадочный диаметр шины меньше, чем наружный диаметр закраины обода, поэтому при монтаже/демонтаже шины на неразборный обод ее борта необходимо деформировать (рис. 9.5). Для того чтобы уменьшить эту деформацию и снизить вероятность повреждения шины, закраины безразборного обода имеют относительно небольшой диаметр, а центральная часть выполняется с глубо-

боким ручьем. Уже продетый через закраину первый борт покрышки свободно размещается внутри ручья (рис. 9.6) и обработка второго борта облегчается. Для удобства монтажа широкопрофильных шин ручей обода может быть смещен к одной из закраин. Такой обод называют глубоким и асимметричным.

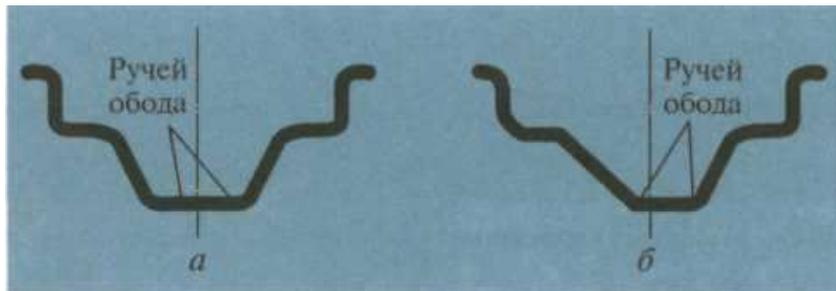


Рис. 9.6. Глубокий обод: а - симметричный; б - асимметричный

Иногда глубокие ободья имеют двухручьевый профиль. Например, такая конструкция применяется для некоторых типов сельскохозяйственных шин.

Камерные легковые шины обычно монтируются на те же ободья, что и бескамерные. Такая унификация возможна, поскольку конструкция борта у обоих типов легковых шин близка по наполнению, жесткости и геометрическим параметрам. Конструкции борта грузовых шин в камерном и бескамерном исполнении существенно отличаются друг от друга. С точки зрения применения обода наиболее существенным отличием является разница в посадочных диаметрах. Например, посадочный диаметр обычных среднетяговых камерных шин приблизительно равен 20 дюймам (508 мм), а соответствующие им бескамерные шины имеют посадочный диаметр 22,5 дюйма (571,5 мм). Посадочные диаметры ободьев соответствуют этим размерам.

Обод и смонтированная на нем шина не должны прокручиваться относительно друг друга в процессе эксплуатации. Иными словами, крутящий момент, подводимый к автомобильному колесу, должен без потерь передаваться шине. Выполнение этого условия обеспечивается в первую очередь созданием достаточной силы трения в контакте между подошвой борта шины и полкой обода. Для этого посадка шины на обод осуществляется с натягом за счет разницы в диаметрах и геометрии (углов наклона) между бортом шины и полкой обода. Таким образом, величина натяга задается конструкцией бортовой зоны шины с учетом параметров полки обода и может несколько отличаться для разных моделей и типоразмеров шин в зависимости от их нагруженности и условий эксплуатации, для которых они предназначены. Величина натяга бортов камерных шин на посадочных полках обода составляет 0,75—1,0 мм на диаметр, а бескамерных — 1,2—1,5 мм.

Ободья могут иметь плоские или конические полки (рис. 9.7). Угол наклона конических полок ободьев составляет ($5^\circ \pm 1^\circ$), что создает необходимую надежность посадки и обеспечивает герметичность колеса в сборе с бескамерной шиной. Выпускаются также ободья с углом наклона полок 10° и 15° . Большой угол наклона облегчает посадку шины на обод. Полки обода с углом 5° делают для шин общего назначения,



Рис. 9.7. Профиль разборного «плоского» обода (а) и обода с коническими полками (б)

10° - для арочных шин и пневмоклатков, 15° , в сочетании с глубокими ободьями, — для бескамерных шин.

Смонтированная на ободе шина окончательно «садится на место» после накачивания. Очевидно, что прочность посадки шины ухудшается при снижении внутреннего давления. Если шина недостаточно накачена или потеряла давление в результате прокола, а также при резком изменении крутящего момента, на крутых поворотах и других подобных условиях, окружные или боковые силы могут преодолеть силы трения, удерживающие шину на ободе. При этом борт шины начинает проскальзывать относительно обода, что в конечном итоге может привести к самопроизвольному демонтажу шины. Что бы снизить опасность этого, на полке обода могут быть сделаны кольцевые выступы (хампы) (рис. 9.8), фиксирующие борт шины и препятствующие его смещению внутрь обода.

Для шин с регулируемым давлением применяются разборные ободья с распорным кольцом, которое прижимает борт шины к закраинам обода. Известно и запатентовано множество иных решений, направленных на улучшение фиксации шины на ободе, но они не нашли широкого применения на практике.

По способу крепления на автомобиле колеса могут быть дисковыми или бездисковыми. Колесо называется бездисковым, если диски, спицы или другие крепежные элементы, осуществляющие посадку, центрирование и крепление обода к ступице автомобиля, не составляют единое целое с ободом, а являются элементами ступицы колеса 4 (рис. 9.9). Бездисковые колеса применяются, как правило, на грузовых автомобилях, автобусах, прицепах различного назначения и сельскохозяйственной технике. Бездисковая конструкция позволяет сдвигать колеса для машин большой грузоподъемности. В этом случае между сдвоенными колесами устанавливается специальная промежуточная вставка 2, регулирующая зазор между шинами. Если сдвоенные шины

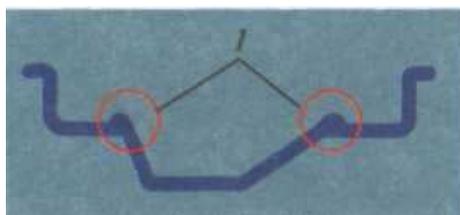


Рис. 9.8. Обод с кольцевыми выступами (хампами): 1 - кольцевой выступ

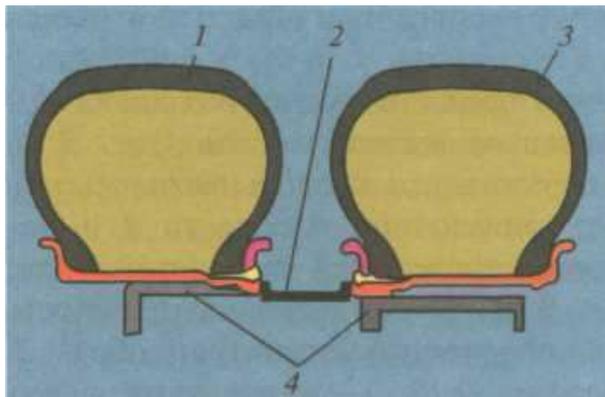


Рис. 9.9. Сдвоенные бездисковые колеса со вставкой:
1 - наружная шина,
2 - специальная промежуточная вставка;
3 - внутренняя шина;
4 - элементы ступицы колеса

оказываются расположенными слишком близко друг другу, то ухудшаются условия их обдува и отвода тепла, что может быть причиной снижения работоспособности шин. Кроме того, при деформировании при качении возможен контакт шин друг с другом, неминуемо приводящий к их постепенному разрушению.

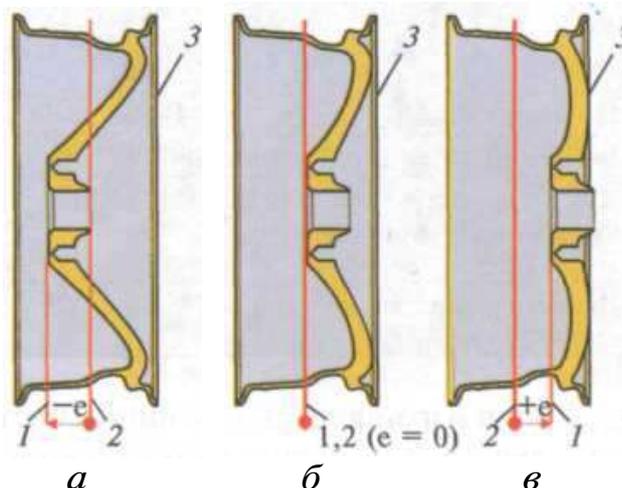
Конструкция обода и порядок монтажа/демонтажа шин не зависят от наличия или отсутствия диска.

Диск — центральная часть колеса, несущая обод и имеющая посадочные отверстия для крепления к ступице.

Дисковые колеса, как это следует из их названия, крепятся к ступице автомобиля при помощи диска. Диск приваривается к ободу либо образует с ободом единую деталь, изготовленную методами литья или формования. На всех легковых и большинстве грузовых автомобилей устанавливают дисковые колеса.

Дисковые колеса различаются вылетом обода. Значение вылета определяется взаимным расположением привалочной плоскости **1** (рис. 9.10) (плоскости крепления диска к ступице) и плоскости симметрии **2**, которая делит обод пополам. Этот параметр колеса входит в комплекс конструктивных параметров ходовой части автомобиля, обеспечивающих его оптимальную устойчивость и управляемость, наименьшую нагрузку на подшипники ступиц колес и подвеску. Вы-

Рис. 9.10. Конструктивные схемы колес:
а - отрицательный вылет;
б - нулевой вылет;
в - положительный вылет;
е - вылет обода;
1 - привалочная плоскость диска;
2 - продольная плоскость симметрии обода;
3 - наружная сторона колеса



лет обычно обозначается буквами ET; e или словом offset и измеряется в миллиметрах.

В зависимости от расположения обода относительно диска колеса могут быть: а) с положительным вылетом обода (рис. 9.10, в) — колесо изготовлено таким образом, что продольная плоскость симметрии 2 обода смещена от привалочной плоскости 1 и наружной стороны колеса в сторону продольной оси автомобиля; б) с нулевым вылетом обода (рис. 9.10, б) — привалочная плоскость диска 1 совпадает с продольной плоскостью симметрии обода 2; в) с отрицательным вылетом обода (рис. 9.10, а) — колесо изготовлено так, что продольная плоскость симметрии обода 2 смещена от привалочной плоскости диска 1 и продольной оси автомобиля к наружной стороне колеса.

Колеса, предназначенные для большинства марок автомобилей, имеют положительный вылет обода (+e), составляющий 10–50 мм. Выпускаются колеса и с нулевым вылетом обода (ГАЗ-2410, 31029 и др.).

На таких автомобилях, как MITSUBISHI, PAJERO, NISSAN, TOYOTA, LAND CRUISER и другие, устанавливаются колеса с отрицательным вылетом обода (–e), составляющим 10 мм.

Другая важная характеристика диска — это количество шпилек или болтов, необходимых для его крепления, и диаметр окружности, на которой они расположены. Количество и положение этих крепежных элементов определяются в комплексе других прочностных расчетов ходовой части автомобиля и зависят от величины крутящего и тормозного моментов. Диаметр окружности центров крепежных отверстий обозначается PCD (Pitch circle Diameter) и измеряется в мм. Например, для колес автомобилей «ВАЗ» PCD обозначается как 4x98, где 4 — количество крепежных отверстий на диске; 98 — диаметр окружности центров крепежных отверстий. Основные параметры колес некоторых отечественных легковых автомобилей приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Модель автомобиля	Москвич -2140	Москвич -2141	ВАЗ «Жигули»	ВАЗ «Самара»	ВАЗ «Нива»	ГАЗ-31029
Обозначение обода	5J-13	5J-14	4 1/2 J-13	5J-13	6J-16	6J-14
Вылет, мм	30	45	29	38	17	0
Диаметр расположения крепежных болтов (PCD), мм	115	108	98	98	139,7	139,7
Диаметр отверстия под ступицу, мм	74	60	58,1	58,1	108	90

Диски изготавливают сплошными, с ребрами или вырезами. Вырезы делают для уменьшения массы диска и охлаждения тормозного ме-

ханизма. Внешний вид диска определяет товарный вид всего колеса, поэтому его стараются выполнить в оригинальном дизайне, что особенно характерно для дисков легковых автомобилей.

По технологии изготовления колеса могут быть стальными сварными (например, из прокатанного обода и штампованного диска), литыми и коваными.

Технология изготовления литых колес включает заливку расплавленного металла (обычно это алюминиевый или магниевый сплав) в форму, его остывание, последующее обтачивание посадочных поверхностей и сверление крепежных отверстий в полученной отливке. К числу недостатков литых колес относятся чрезмерно толстые стенки, возможность наличия скрытых пор и раковин, недостаточная прочность (при ударе они деформируются и даже раскалываются) и сложность (часто невозможность) восстановления.

При ковке (или объемной штамповке) из заготовки выковывают так называемую поковку, которая затем обрабатывается на токарном станке. Такая технология сложна и дорога, однако кованые колеса прочнее и легче литых из того же материала. Например, 13-дюймовое кованое алюминиевое колесо весит 4,9 кг, а литое — 6,0 кг; толщина стенок кованого колеса составляет 3,0 мм, а литого — 5,5 мм. При этом кованое колесо лучше переносит удары. Поэтому для российских дорог кованые колеса предпочтительнее, несмотря на их дороговизну.

Являясь связующим элементом между шиной и автомобилем, обод колеса испытывает значительные статические и динамические нагрузки, увеличивающиеся с увеличением грузоподъемности и скоростной характеристики шины. Кроме того, в процессе эксплуатации обод часто подвергается ударам о бордюры, дорожные выступы, камни и т.д. Суммарная величина этих воздействий может приводить к повреждению и разрушению обода и диска колеса. Наиболее распространенным повреждением в эксплуатации является деформация закраины обода (рис. 9.11). Это вызывает повышенный износ надбортовой части камерных шин или разгерметизацию бескамерных шин. Иногда деформируется и центральная часть дисков в зоне крепежных отверстий, что приводит к повышенным радиальным и боковым биениям колес и, соответственно, к их динамическому дисбалансу.

Усталостные напряжения, накапливаемые в процессе эксплуатации



Рис. 9.11. Деформация закраины обода колеса



Рис. 9.12. Трещины на ободе колеса



Рис. 9.13. Скол закраины обода колеса

колеса, могут приводить к появлению трещин (рис. 9.12). Колеса с деформированными закраинами обода и небольшими трещинами подлежат ремонту и восстановлению.

Однако особо сильные ударные нагрузки могут привести к неремонтируемым разрушениям обода (рис. 9.13, 9.14) или диска колеса (рис. 9.15).

Характер и тип этих повреждений в процессе эксплуатации при прочих равных условиях в значительной степени зависит от материала, из которого изготовлено колесо.

9.3. *Материалы для изготовления колес*

В зависимости от материала, из которого изготавливают колеса, их подразделяют на следующие типы:

- стальные;
- легкосплавные (из легких сплавов);
- комбинированные;
- из композитных материалов. Данные колеса применяются крайне редко.



Рис. 9.14. Разрушение обода колеса



Рис. 9.15. Разрушение диска колеса

Стальные колеса. Колеса, изготовленные из стали, широко применяются как на отечественных, так и на импортных автомобилях. Это объясняется относительно простой технологией изготовления, невысокой стоимостью (примерно в три раза дешевле аналогичных колес из легких сплавов) и возможностью ремонта деформированных участков обода.

Стальное колесо легкового автомобиля обычно состоит из штампованного глубокого неразъемного обода (*рис. 9.16*) и штампованного диска, который соединяется с ободом точечной контактной или дуговой сваркой.

Диски стальных колес имеют сложную конфигурацию поперечного сечения, которая увеличивает их жесткость. Конструктивные варианты дисков различны. Как правило, они имеют вентиляционные отверстия или ребра, обеспечивающие эффективный отвод тепла от шины и тормозного механизма. При этом периферийная часть диска для повышения боковой жесткости выполняется выпуклой.

К недостаткам стальных колес относятся их большой вес по сравнению с колесами из легких сплавов, ограниченные возможности дизайна из-за технологических особенностей изготовления и быстрая потеря товарного вида из-за коррозии (*рис. 9.17*).

Стальные колеса, как правило, оснащают декоративными колпаками, многие из которых повторяют дизайн легкосплавных колес. Декоративные колпаки придают улучшенный внешний вид колесу, скрывая пятна ржавчины, и самому автомобилю, а также способствуют сохранению чистоты крепежных болтов и гаек, скрывают секретный крепеж и дефекты лакокрасочного покрытия. Однако в процессе эксплуатации автомобиля по разбитым, неровным дорогам декоративные колпаки могут слетать и теряться.

Широкое распространение получили **легкосплавные колеса**. Изготавливаются они из легких сплавов (на основе алюминия, магния и



Рис. 9.16. Стальное колесо
9,00х22,5



Рис. 9.17. Коррозия стального
колеса

титана). Главное преимущество легкосплавных колес перед обычными стальными — в меньшей массе. Снижение массы колеса в сборе с шиной ведет к уменьшению *неподдрессоренных инерционных масс* и улучшению условий работы подвески. Применение для производства дисков легких сплавов позволяет уменьшить вес неподдрессоренных деталей машины, что приводит к улучшению условий работы подвески, повышению плавности хода и уменьшению расхода топлива. В зависимости от технологии изготовления они могут иметь различные свойства.

Литые легкосплавные колеса имеют зернистую внутреннюю структуру, и при их эксплуатации возможно образование невидимых микротрещин. Из-за этого при сильном ударе диск может расколоться на несколько частей. Преимуществами литейной технологии являются практически неограниченное количество вариантов дизайна, а также отсутствие отходов при производстве, поскольку основной технологический этап при производстве литых дисков — создание формы, а вся последующая механическая обработка сводится к минимуму.

Процесс создания *кованых легкосплавных колес* достаточно сложен, штамповка их заготовки происходит поэтапно, с промежуточным нагревом перед каждой деформацией. Оборудование для производства кованых дисков сложное и дорогое, что в конечном итоге делает их дороже литых. Материал кованых дисков, в отличие от литых, приобретает многослойную волокнистую структуру с очень высокой прочностью. Такие диски не раскалываются при ударе, а гнутся. При этом кованые диски легче литых дисков аналогичного объема.

Широкое распространение получили *алюминиевые легкосплавные колеса*. Они обладают необходимой прочностью, могут быть выполнены с разнообразными дизайнерскими решениями. По сравнению со стальными алюминиевые колеса дороже. В результате взаимодействия алюминия с водой и кислородом алюминий покрывается белесой оксидной пленкой, что негативно сказывается на внешнем виде диска. Для сохранения внешнего вида таких дисков требуется особая защита его поверхности от окисления. Литые алюминиевые колеса менее хрупкие, чем магниевые, и являются компромиссным вариантом по цене и техническим характеристикам.

Магниевые легкосплавные колеса обладают высокой теплопроводностью, что позволяет снизить температуру тормозных механизмов и ступиц. Магниевые сплавы тоже имеют меньшую массу, но колеса из них дороже алюминиевых и также должны быть защищены от окисления. Литые магниевые колеса слишком хрупкие. Однако кованые магниевые колеса обладают очень высокой прочностью.

Титановые легкосплавные колеса встречаются редко и не получили широкого распространения из-за высокой стоимости.

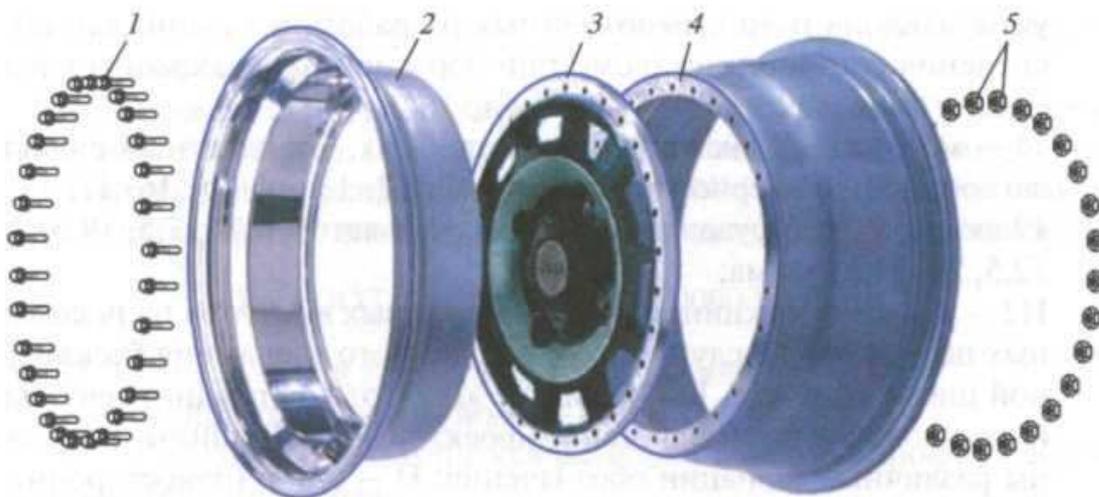


Рис. 9.18. Комбинированное колесо (сборное) из легких сплавов: 1 - титановые крепежные болты; 2 - кованный фланец обода; 3 - литой диск; 4 - кованный обод; 5 - титановые гайки

Комбинированные колеса совмещают достоинства литых и кованных колес из легких сплавов. В таких сборных колесах, например, обод может изготавливаться методомковки, а диск — путем литья. Их соединяют между собой титановыми болтами (рис. 9.18). При повреждении возможна замена отдельных частей колеса, но, как правило, стоимость ремонта приближается к стоимости нового колеса. Комбинированные колеса обладают наилучшими техническими характеристиками, но имеют крайне высокую стоимость.

9.4. Маркировка колес

Все колеса — как стальные, так и из легкоплавких сплавов — маркируются одинаковым образом. Маркировка колеса состоит из типоразмера, товарного знака производителя, даты изготовления (в формате «ннгт», где нн — номер недели, а гг — год; «1708» означает, что диск выпущен на 17-й неделе 2008 года), номера плавки, допускаемой статической нагрузки (в кгс или фунтах), клеймо контролирующего органа, клейма рентгеноконтроля (для литых дисков). Маркировка наносится на видимую поверхность колесного диска.

Типоразмер включает обычно сведения о геометрических параметрах и особенностях конструкции колеса. Например, так выглядит типовая маркировка колеса:

5,5Jx14 H2 ET25 PCD:4x100 DIA:54,

где: 5,5 - ширина обода в дюймах. Стандартный ряд: 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5, 7,0... дюйма;

J — буквенный индекс, указывающий на комплекс геометрических размеров закраин обода (высота закраины, радиусы скругления,

углы наклона и др.), необходимых разработчикам шин для обеспечения соответствия геометрии борта шины и закраины обода (может быть, так же JJ, JK, K, L и др.);

14 — монтажный диаметр обода в дюймах. Стандартный ряд для легковых и коммерческих машин: 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19 дюймов. Для грузовых автомобилей и автобусов: 17,5, 19,5, 20, 22,5, 24, 24,5 дюйма;

H2 — код конструкции хампов — кольцевых выступов на посадочных полках обода, служащих для надежного удержания бескамерной шины на обode. Как и индекс «J», этот код предназначен для использования специалистами, проектирующими шины. Возможны различные вариации обозначения: H — hump (односторонний выступ), FH — flat hump (плоский выступ), CH — combi hump (комбинированный двусторонний выступ), AH — advanced hump (усовершенствованный выступ), SL — отсутствие выступов и др.;

ET25 — вылет колеса в миллиметрах. Может обозначаться как OFFSET или DEPORT. Это расстояние между продольной плоскостью симметрии обода и крепежной (привалочной) плоскостью колеса (при совпадении этих плоскостей вылет нулевой);

PCD: 4x100 (Pitch Circle Diameter) — диаметр расположения отверстий крепления. Например, PCD:4x100 означает, что этот диаметр равен 100 мм, а число отверстий — 4;

DIA: 54 — диаметр центрального посадочного отверстия под ступицу, в миллиметрах. В данном примере — 54 мм.

Некоторые изготовители маркируют типоразмер шины не в дюймах, а в миллиметрах. Например, обычное дисковое колесо для автомобилей ВАЗ-2108 —2109 обозначается как 114J-330 (в миллиметрах) или $4\frac{1}{2}$ J-13 (в дюймах).

Другие примеры маркировки колес, рекомендованных для некоторых легковых автомобилей российского производства:

114J-330 ($4\frac{1}{2}$ J-13), 127J-330 (5J-13) — автомобили ВАЗ (кроме 2111, 2113);

127J-355 (5J-14) — «Москвич-2141»;

140J-355 ($5\frac{1}{2}$ J-14), 152 J-355 (6 J14) — ГАЗ-31029;

152L-380 (6L-15) — автомобили типа УАЗ-31512.

Маркировка отечественных колес для легковых автомобилей включает наименование завода-изготовителя, размерность и особенности конструкции колеса. Например, ВАЗ 5Jx13H2 4x100 ET38.

Маркировку наносят на наружной поверхности цилиндрической части монтажного ручья или на наружной поверхности диска.

Европейские колесные фирмы ставят свои клейма на наружной стороне диска, а при недостатке места — на внутренней стороне. На колесах, выпускаемых японскими фирмами, маркировка наносится на поверхности монтажного ручья обода, которая хорошо видна на коле-

се, установленном на автомобиль. Это удобно при контроле его технического состояния.

По содержанию маркировка колес различных производителей практически не отличается, но форма и последовательность параметров могут меняться. Так, маркировка колес фирмы NISSAN несколько отличается от приведенного выше примера и выглядит следующим образом:

15x7J DOT TOPY 3.02.04 4030000 NISSAN,

где: 15 — посадочный диаметр обода в дюймах,

7 — ширина обода в дюймах;

J — обозначение комплекса размеров и формы профиля бортовой закраины обода;

DOT TOPY — стандарт, на соответствие которому изготовлено колесо;

3.02.04 — число, месяц и год изготовления;

4030000 — порядковый номер колеса;

NISSAN — фирма-изготовитель.

При выборе колес для монтажа взаимозаменяемых шин необходимо соблюдать следующие правила:

1. Посадочный диаметр обода колеса должен соответствовать монтажному диаметру шины. Ширина обода должна быть на 25–30% меньше ширины профиля шины. Соответствие ширины профиля шины посадочным размерам обода колеса приведено в Приложении 10.7.

2. Допускается использовать диск с большим значением DIA посадочного отверстия при условии установки переходного кольца, уменьшающего этот параметр. В случае если посадочное отверстие меньше, колесо надеть невозможно.

3. Следует помнить о том, что конструктивно крепление колес у автомобилей различных моделей может существенно различаться. Крепление колес на автомобиле должно быть выполнено только рекомендованными болтами. Категорически запрещается использовать болты неправильной длины, болты, не прошедшие соответствующую техническим требованиям термическую обработку, имеющие худшие прочностные характеристики или головки, не отвечающие по форме крепежным отверстиям.

4. Не допускается установка колеса, которое не соответствует техническим требованиям (и ступице колеса) по числу крепежных отверстий и РСД.

5. Если на колесе нанесена маркировка завода-изготовителя, то такое колесо некондиционно, и его не следует устанавливать на автомобиль.

10. ПРИЛОЖЕНИЯ

*Приложение 10.1***Обозначения шин***Пневматические шины для легковых автомобилей, мотоциклов и других машин*

Диагональные шины с отношением высоты профиля Н к его ширине В, равным 0,88 и более, имеют дюймовое обозначение, например:

8,40-15,

где: 8,40 — обозначение номинальной ширины профиля (в дюймах);
15 — номинальный посадочный диаметр обода (в дюймах).

Диагональные шины с Н/В, равным 0,82, имеют смешанное обозначение (в миллиметрах и дюймах), например:

155-13/6,15-13,

где: 155/6,15 — обозначение номинальной ширины профиля (в мм/дюймах);
13 — номинальный посадочный диаметр обода (в дюймах).

Радиальные шины имеют смешанное обозначение, буквенный индекс R и дополнительный индекс серии (H/V), например:

205/70R14,

где: 205 — обозначение номинальной ширины профиля (в мм);
70 — серия, номинальное соотношение высоты профиля шины к его ширине, H/V (в данном случае 70%);
R — обозначение радиальной шины;
14 — номинальный посадочный диаметр обода (в дюймах).

Приводим еще один пример:

215/90-15C,

где C — индекс, означающий, что покрышка предназначена для лёгких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости и подлежит сертификации в соответствии с Правилами №54 ЕЭК ООН.

Пневматические шины для грузовых автомобилей, автобусов, троллейбусов и дорожно-строительных машин

Широкопрофильные шины имеют, например, следующее обозначение:

1300x530-533,

где: 1300 — номинальный наружный диаметр (в мм);
530 — номинальная ширина профиля (в мм);
533 — номинальный диаметр обода (в мм).

Шины обычного профиля имеют например, следующее обозначение:

12,00-20; 12,00R20,

где: 12,00 — номинальная ширина профиля (в дюймах);
20 — номинальный посадочный диаметр обода (в дюймах);
R — буквенный индекс шин радиальной конструкции.

Шины радиальные низкопрофильные имеют, например, следующее обозначение:

315/80R22,5,

где: 315 — номинальная ширина профиля (в мм);
80 — серия, отношение высоты профиля шины к его ширине, Н/В (в данном случае 80%);
22,5 — номинальный посадочный диаметр обода (в дюймах);
R — буквенный индекс шин радиальной конструкции.

Ряд шин имеют двойное обозначение размеров — в миллиметрах и дюймах, например:

320-508P(12,00-20), 215-381(8,25-15),

где: 320; 215 — номинальная ширина профиля покрышки (в мм);
508; 381 — обозначение номинального посадочного диаметра обода (в мм);

Приложение 10.

**Индекс несущей способности (ИНС) (грузоподъемности)
пневматических шин**

ИНС	кг	ИНС	кг	ИНС	кг	ИНС	кг	ИНС	кг
0	45	40	140	80	450	120	1400	160	4500
1	46,2	41	145	81	462	121	1450	161	4125
2	47,5	42	150	82	475	122	1500	162	4625
3	48,7	43	155	83	487	123	1550	163	4750
4	50	44	160	84	500	124	1600	164	4875
5	51,5	45	165	85	515	125	1650	165	5000
6	53	46	170	86	530	126	1700	166	5300
7	54,5	47	175	87	545	127	1750	167	5450
8	56	48	180	88	560	128	1800	168	5600
9	58	49	185	89	580	129	1850	169	5800
10	60	50	190	90	600	130	1900	170	6000
11	61,5	51	195	91	615	131	1950	171	6150
12	63	52	200	92	630	132	2000	172	6300
13	65	53	206	93	650	133	2060	173	6500
14	67	54	212	94	670	134	2120	174	6700
15	69	55	218	95	690	135	2180	175	6900
16	71	56	224	96	710	136	2240	176	7100
17	73	57	230	97	730	137	2300	177	7300
18	75	58	236	98	750	138	2360	178	7500
19	77,5	59	243	99	775	139	2430	179	7750
20	80	60	250	100	800	140	2500	180	8000
21	82,5	61	257	101	825	141	2575	181	8250
22	85	62	265	102	850	142	2650	182	8500
23	87,5	63	272	103	875	143	2725	183	8750
24	90	64	280	104	900	144	2800	184	9000
25	92,5	65	290	105	925	145	2900	185	9250
26	95	66	300	106	950	146	3000	186	9500
27	97	67	307	107	975	147	3075	187	9750
28	100	68	315	108	1000	148	3150	188	10000
29	103	69	325	109	1030	149	3250	189	10300
30	106	70	335	110	1060	150	3350	190	10600
31	109	71	345	111	1090	151	3450	191	10900
32	112	72	355	112	1120	152	3550	192	11200
33	115	73	365	113	1150	153	3650	193	11500
34	118	74	375	114	1180	154	3750	194	11800
35	121	75	387	115	1215	155	3875	195	12150
36	125	76	400	116	1250	156	4000	196	12500
37	128	77	412	117	1285	157	4125	197	12850
38	132	78	425	118	1320	158	4250	198	13200
39	136	79	437	119	1360	159	4375	199	13600

Приложение 10.3

Индекс категории скорости пневматических шин

Индекс категории скорости	Скорость, км/ч	Индекс категории скорости	Скорость, км/ч
A1	5	K	110
A2	10	L	120
A3	15	M	130
A4	20	N	140
A5	25	P	150
A6	30	Q	160
A7	35	R	170
A8	40	S	180
B	50	T	190
C	60	U	200
D	65	H	210
E	70	V	240
F	80	W	270
G	90	Y	300
J	100		

Взаимозаменяемость шин (рекомендации фирмы Firestone)

Посадочный диаметр (дюймы)	82 серия		70 серия		65 серия		60 серия		55 серия		50 серия	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
12	135R12	155/70R12	155/65R13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	522 мм	522 мм	532 мм	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	290 кгс	290 кгс	365 кгс	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,5-4,5	3,5-4,5	4,0-4,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	145R12	165/70R12	165/65R13	175/60R13	185/60R13	165/60R14	-	-	-	-	-	-
	542 мм	537 мм	544 мм	540 мм	552 мм	554 мм	-	-	-	-	-	-
	355 кгс	412 кгс	400 кгс	400 кгс	450 кгс	375 кгс	-	-	-	-	-	-
	3,5-5,0	4,5-5,5	4,5-6,0	5,0-6,0	5,0-6,5	4,5-6,0	-	-	-	-	-	-
	155R12	175/70R12	175/65R13	175/60R13	185/60R13	-	-	-	-	-	-	-
	550 мм	551 мм	558 мм	540 мм	552 мм	-	-	-	-	-	-	-
400 кгс	450 кгс	450 кгс	400 кгс	450 кгс	-	-	-	-	-	-	-	
4,0-5,0	5,0-6,0	5,0-6,0	5,0-6,0	5,0-6,5	-	-	-	-	-	-	-	
13	135R13	155/70R13	155/65R13	165/65R13	185/60R13	165/60R14	-	-	-	-	-	-
	548 мм	548 мм	532 мм	544 мм	552 мм	554 мм	-	-	-	-	-	-
	325 кгс	387 кгс	365 кгс	400 кгс	450 кгс	375 кгс	-	-	-	-	-	-
	3,5-4,5	4,0-5,5	4,0-6,0	4,5-6,0	5,0-6,0	4,5-6,0	-	-	-	-	-	-
	145R13	165/70R13	175/65R13	165/65R14	195/60R13	205/60R13	185/60R14	195/50R15	-	-	-	-
	566 мм	562 мм	558 мм	570 мм	564 мм	576 мм	578 мм	577 мм	-	-	-	-
	375 кгс	437 кгс	450 кгс	425 кгс	487 кгс	560 кгс	475 кгс	475 кгс	-	-	-	-
	3,5-5,0	4,5-6,0	5,0-6,0	4,5-6,0	5,0-6,0	5,5-7,0	5,0-6,5	5,5-7,0	-	-	-	-
	155R13	175/70R13	175/65R14	-	205/60R13	185/60R14	-	185/55R15	195/50R15	205/50R15	-	-
	548 мм	576 мм	548 мм	576 мм	587 мм	587 мм	-	585 мм	577 мм	587 мм	-	-
425 кгс	475 кгс	475 кгс	539 кгс	475 кгс	475 кгс	-	462 кгс	475 кгс	530 кгс	-	-	
4,0-5,5	5,0-6,0	5,0-6,0	5,5-7,5	5,0-6,5	5,0-6,5	-	5,0-6,5	5,5-7,0	5,5-7,5	-	-	

1	2	3	4	5	6	7
14	165R13 596 MM 475 KTC 4,0-5,5	185/70R13 590 MM 530 KTC 5,0-6,5	185/65R14 596 MM 530 KTC 5,0-6,5	195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,0	185/55R15 585 MM 462 KTC 5,0-6,5	205/50R15 587 MM 530 KTC 5,5-7,5
	175R13 608 MM 530 KTC 4,5-6,0	195/70R13 604 MM 580 KTC 5,5-7,0	195/65R14 610 MM 580 KTC 5,5-7,0	205/60R14 602 MM 560 KTC 5,5-7,5	185/55R15 585 MM 462 KTC 5,0-6,5	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
	185R13 624 MM 560 KTC 4,5-6,0	205/70R13 618 MM 615 KTC 5,5-7,5	—	235/60R14 638 MM 710 KTC 6,5-8,5	185/55R15 585 MM 462 KTC 5,0-6,5	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
	145R14 590 MM 400 KTC	165/70R14 588 MM 463 KTC	175/65R14 584 MM 475 KTC	185/60R14 587 MM 475 KTC 5,0-6,5	195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,5	185/55R15 585 MM 462 KTC 5,0-6,5
	155R14 604 MM 450 KTC 4,0-5,0	175/70R14 602 MM 500 KTC 5,0-6,0	185/65R14 596 MM 530 KTC 5,0-6,5	195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,0	205/60R14 602 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 587 MM 530 KTC 5,5-7,5
	165R14 622 MM 500 KTC 4,0-5,5	185/70R14 616 MM 560 KTC 5,0-6,5	205/65R14 622 MM 615 KTC 5,5-7,5	215/65R14 614 MM 615 KTC 6,0-7,5	195/60R14 615 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 587 MM 530 KTC 5,5-7,5
	175R14 634 MM 560 KTC 4,5-6,0	195/70R14 630 MM 615 KTC 5,0-7,0	205/65R14 622 MM 615 KTC 5,5-7,5	225/60R14 626 MM 670 KTC 6,0-8,0	205/60R14 627 MM 615 KTC 5,5-7,5	225/50R16 632 MM 630 KTC 6,0-8,0
				235/60R14 638 MM 710 KTC 6,5-8,5	215/60R14 639 MM 650 KTC 6,0-7,5	245/50R16 652 MM 730 KTC 7,0-9,0
				205/60R14 602 MM 560 KTC 5,5-7,5	205/60R15 627 MM 615 KTC 5,5-7,5	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
				195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,0	205/60R15 627 MM 615 KTC 5,5-7,5	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
				185/60R14 587 MM 475 KTC 5,0-6,5	195/60R15 615 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
				195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,0	205/60R15 615 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
				185/60R14 587 MM 475 KTC 5,0-6,5	195/60R15 615 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5
				195/60R14 590 MM 530 KTC 5,5-7,0	205/60R15 615 MM 560 KTC 5,5-7,0	205/50R15 578 MM 515 KTC 5,5-7,5

Окончание прил. 10.4

1	2	3	4	5	6	7	
	185R14 650 мм 600 кг 4,5-6,0	205/70R14 644 мм 690 кг 5,5-7,5	205/65R14 647 мм 670 кг 5,5-7,5	—	—	245/50R16 652 мм 730 кг 7,0-9,0	225/50R16 662 мм 775 кг 7,0-9,0
15	155R15 630 мм 375 кг 4,0-6,0	175/70R15 627 мм 530 кг 5,0-6,0	185/65R15 621 мм 560 кг 5,0-6,5	195/60R15 615 мм 560 кг 5,0-6,5	205/60R15 627 мм 615 кг 5,5-7,5	205/55R16 632 мм 580 кг 5,5-7,5	225/50R16 632 мм 680 кг 6,0-8,0
	165R15 646 мм 530 кг 4,5-6,0	185/70R15 641 мм 580 кг 5,0-6,5	195/65R15 635 мм 615 кг 5,5-7,0	205/60R15 627 мм 615 кг 5,5-7,5	205/55R16 632 мм 580 кг 5,5-7,5	245/50R16 652 мм 730 кг 7,0-9,0	225/50R16 662 мм 775 кг 7,0-9,0

Примечания. 1. В каждой строке таблицы указаны взаимозаменяемые шины разных серий, наружные диаметры которых отличаются от базовой серии «82» в пределах от -3% до +2%.

2. В каждой ячейке даны обозначения шины, ее наружный диаметр (мм), грузоподъемность (кг), ширина применяемых ободьев (дюймы).

3. Желтым цветом выделены шины, наиболее подходящие для замены. Например, родную шину 165/70R13 (пересечение строки 5 и колонки 2) можно заменить на шины других серий, указанных в этой строке, из них четыре выделенные желтым цветом шины являются наиболее подходящими.

Примеры маркировки шин (надписей на боковине шин)

Маркировка шин российского производства

Схемы маркировки шин российского производства, в качестве примеров, даны нарис. 10.1.

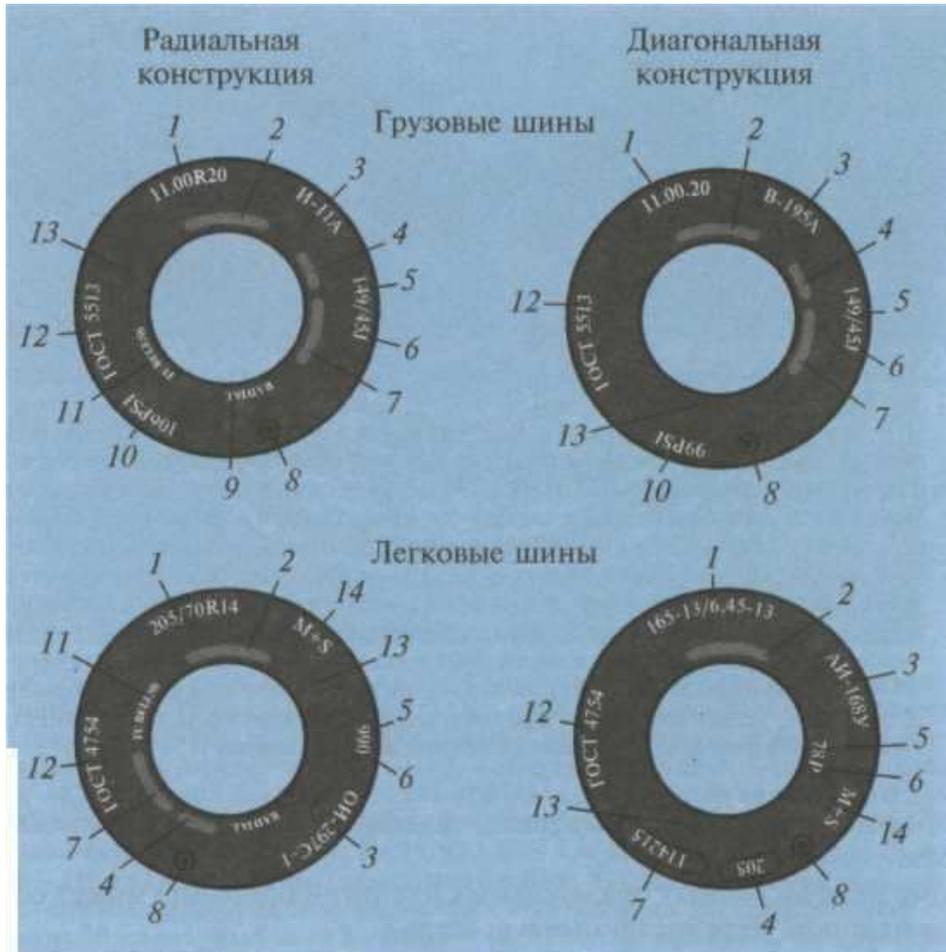


Рис. 10.1. Схемы маркировки диагональных и радиальных шин легковых и грузовых автомобилей: 1 - обозначение шины; 2 - название страны-изготовителя на английском языке; 3 - торговая марка (модель шины); 4 - дата изготовления, состоящая из трех цифр (шины выпуска до 2000 г.): две первые указывают неделю, последняя - год изготовления; 5 - индекс несущей способности для одинарных или для одинарных и сдвоенных колес; 6 - индекс категории скорости; 7 - порядковый номер шины; 8 - товарный знак и (или) наименование фирмы-изготовителя; 9 - обозначение «RADIAL» - для шин радиальной конструкции; 10 - индекс испытательного давления Psi (указание давления, соответствующего максимально допустимой нагрузке на шину, kPa); 11 - обозначение «TUBELESS» для бескамерных шин, (обозначение «TUBE TYRE» - для камерных шин); 12 - обозначение стандарта (без года утверждения) (возможен также и национальный знак соответствия шины, сертифицированной на требования данного стандарта); 13 - знак официального утверждения E с номером страны, выдавшей сертификат соответствия Правилам № 30 или 54 ЕЭК ООН (см. подробнее в пояснениях к рис. 10.4); 14 - обозначение «M + S» или «M&S» наносится на шины с зимним рисунком протектора (обозначение «ALL SEASON» - для шин с всесезонным рисунком протектора, обозначение «REINFORCED» - для усиленных шин, обозначение «REGROOVABLE» - для шин, имеющих возможность углубления рисунка протектора нарезкой, обозначение «ALL STEEL» - для целиком металлокордных шин).

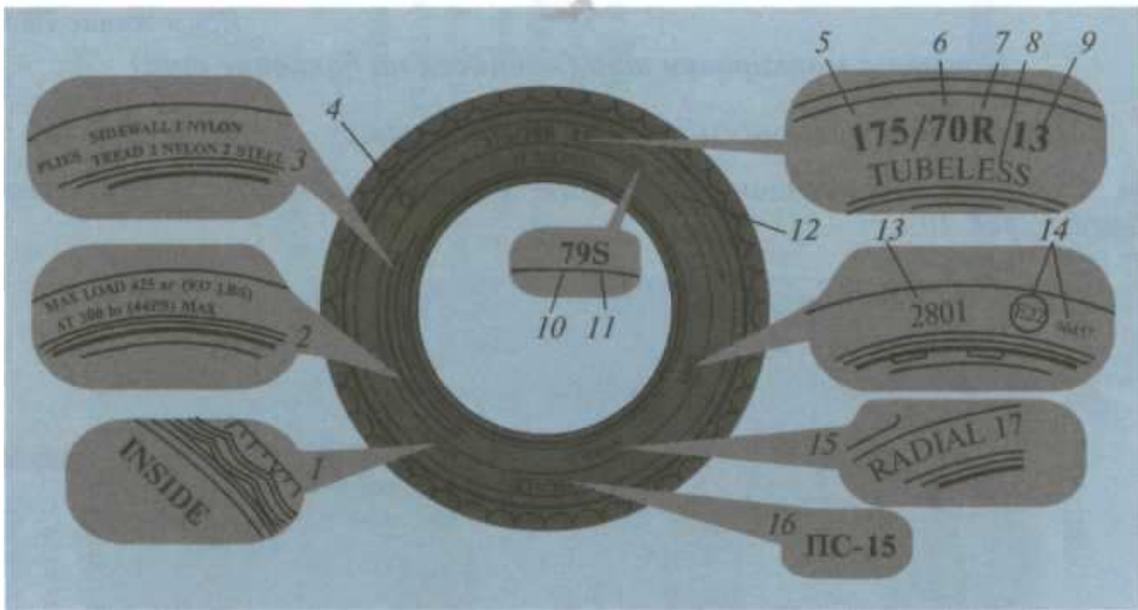


Рис. 10.2. Пример маркировки шины российского производства для легкового автомобиля:

1 - максимальная нагрузка и давление; 2 - обозначение внутренней стороны шины при асимметричном рисунке протектора. Наружная сторона в этом случае обозначается «OUTSIDE»; 3 - количество слоев и тип корда каркаса и брекера; 4 - товарный знак завода-изготовителя; 5 - ширина профиля; 6 - серия; 7, 15 - обозначение радиальной шины; 8 - обозначение бескамерной шины; 9 - посадочный диаметр; 10 - индекс несущей способности (грузоподъемности); 11 - индекс скорости; 12 - обозначение направления вращения шины на автомобиле (при направленном рисунке протектора); 13 - дата изготовления, например 28-я неделя 2001 года (до 2000 года - трехзначное число); 14 - знак официального утверждения шины на соответствие Правилу № 30 ЕЭК ООН, условный номер страны, выдавшей сертификат соответствия и номер сертификата; 16 - наименование модели шины

На боковину отечественных шин наносится также штамп технического контроля.

Кроме перечисленных обязательных надписей боковина может содержать и другие надписи, перечисленные в разделе 8.

По требованиям потребителя шины, предназначенные для экспорта в США и Канаду, должны иметь дополнительные обозначения в соответствии с требованиями DOT США.

Пример маркировки шины российского производства для легкового автомобиля приведен на рис. 10.2.

Пример маркировки шины грузового автомобиля приведен на рис. 10.3.

Маркировка шин иностранного производства

Маркировка шин иностранного производства, в качестве примера, приведена на рис. 10.4*.

Пояснения к рис. 10.4

Обозначение шины — на зарубежных шинах обозначение часто сопровождается дополнительным буквенным символом, стоящим перед размером шины или после него.

* В связи с тем что данная маркировка требует большой развернутой информации, приводим ее не в подрисуночной подписи к рис. 10.4, а в нижеизложенном тексте до конца Приложения 10.5.

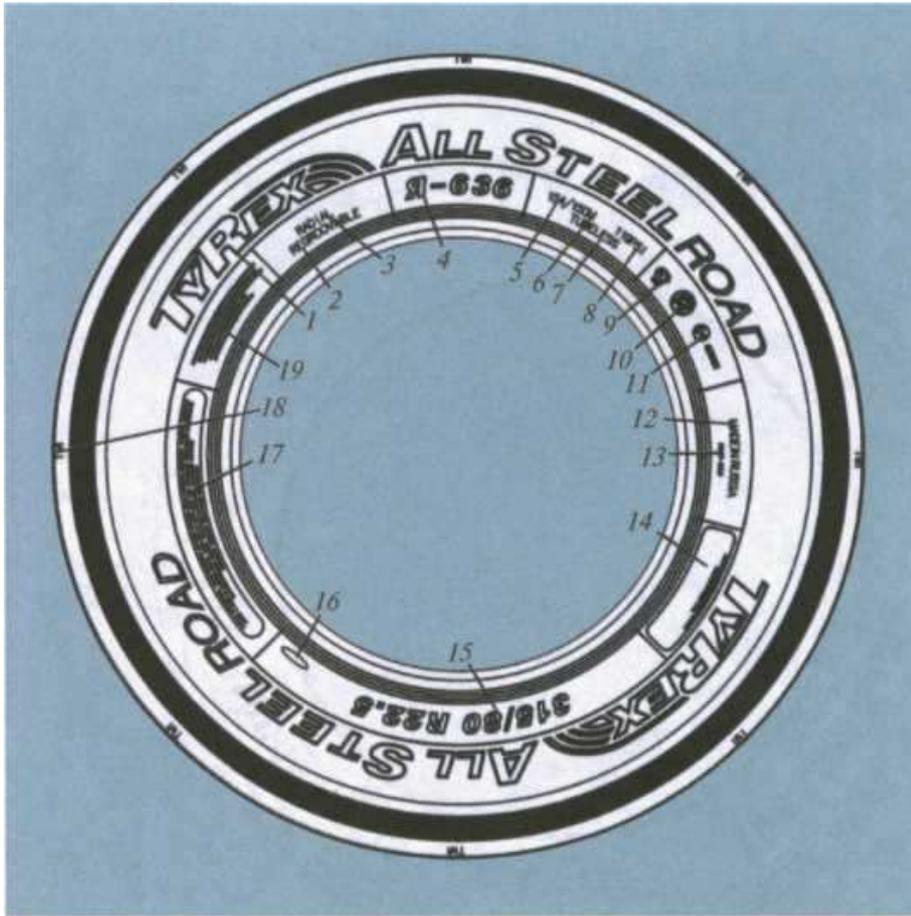


Рис. 10.3. Маркировка шины TYRex All Steel производства ОАО «Сибур Русские шины»: 1 - TYRex All STEEL ROAD –товарный знак (бренд цельнометаллокордной шины); 2 - REGROOVABLE - возможность углубления рисунка протектора нарезкой; 3 - RADIAL –обозначение радиальной конструкции; 4 - Я-636 - модель шины; 5 - 154/150 - индекс несущей способности для максимально допустимой нагрузки на одинарную и сдвоенную шину; 6 - М - индекс категории скорости; 7 - TUBELESS - обозначение бескамерной шины; 8 - 119 PSI - индекс внутреннего давления; 9 - национальный знак соответствия шины, сертифицированной в соответствии с государственным стандартом; 10 - товарный знак изготовителя; 11 - знак официального утверждения E22 с указанием страны, выдавшей сертификат соответствия Правилам №54 ЕЭК ООН; 12 - MADE IN RUSSIA - страна-изготовитель; 13 - ГОСТ-5513 – обозначение нормативного документа, по которому изготавливается шина; 14 - место маркировки методом прожига; 15 - 315/80R22,5 –обозначение шины; 16 – дата изготовления шины, состоящая из четырех цифр, из которых две первые указывают неделю, а две последние - год выпуска; 17 - условия безопасности при эксплуатации и монтаже шины; 18 - TMI - обозначение месторасположения индикатора износа на рисунке протектора; 19 - конструкция шины (число слоев и тип корда каркаса и брекера, норма давления воздуха в шине, максимальная нагрузка на одинарную и сдвоенную шину)

Наиболее часто встречающиеся символы следующие:

Р перед размером шины - P225/50R16 - означает, что шина первоначально спроектирована для пассажирского автомобиля. Это может быть легковой автомобиль, мини-вэн, коммерческий легкий грузовик (до 0,5 тонны). Этот знак начали использовать с конца 70-х годов прошлого века, и он широко распространен и в наши дни;

Т перед размером шины — T125/90D16 — означает, что шина спроектирована меньшего, чем стандартный, размера и должна использоваться в качестве запасной;

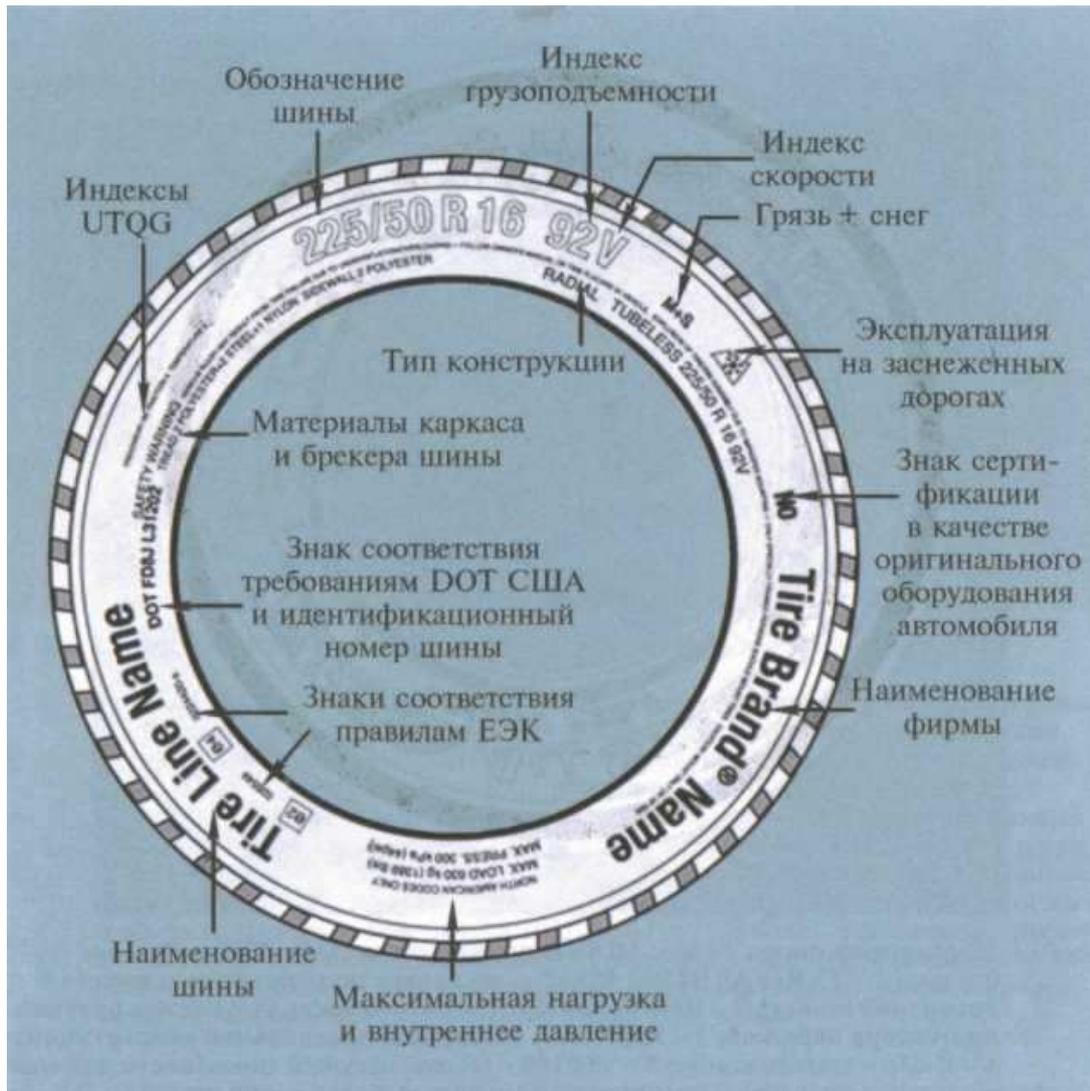


Рис. 10.4. Типовая маркировка шины иностранного производства

LT перед размером шины — **LT245/75R16** — означает, что шина спроектирована для легких грузовиков, джипов или полноразмерных вэнов;

LT после размера шины — может означать то же, что и в предыдущем случае: **7.50/75R16LT**; либо что шина предназначена для обода большего, чем стандартный, диаметра: **8.75R16.5LT**; либо что шина имеет большую ширину профиля, например для езды по грязи или песку: **31x10.50R15LT**;

C после размера шины — например, **195/70R15C** — означает, что это шина для коммерческих грузовиков;

ST перед размером шины — например, **ST225/75R15** — означает, что шина разработана только для прицепов;

Индекс несущей способности (грузоподъемности) — две или три цифры, соответствующие максимально допустимой нагрузке на шину (см. Приложение 10.2);

Индекс скорости — буква латинского алфавита, соответствующая максимально допустимой скорости шины (см. Приложение 10.3);

Грязь + Снег — обозначение условий эксплуатации шины;

Снежинка — дополнительный знак условий эксплуатации;

Знак сертификации в качестве оригинального оборудования автомобиля. Многие автомобильные компании требуют, чтобы на шине, принятой для комплектации, был этот знак. Примеры таких маркировок приведены в *таблице 10.5.1*.

Таблица 10.5.1

Производитель	Марки машины	Символ / код
Bentley	Некоторые модели	«В» в круге
BMW	Некоторые модели	5-конечная звезда
Chrysler	Некоторые модели Dodge Viper	«С1»
Ferrari	Некоторые модели	«К-1»
General Motors	Все автомобили	TPC SPEC 1156 M+S (Всесезонные шины) TPC SPEC 1156 (Не всесезонные шины)
Honda	Акура NSX	H-0 или H-1
Jaguar	Некоторые модели	«J» в круге
Lotus	Некоторые модели	LTS
Mercedes	Некоторые модели	M0
Porsche	Все автомобили	N-0, или N-1, или N-2, или N-3, или N-4

Максимальная нагрузка и внутреннее давление — гравировается в принятой в Северной Америке системе единиц либо дублируется в метрической системе (например, для шин, эксплуатирующихся в Европе). Например, надпись:

30P.S.i. MAX COLD INFL 1145 LBS MAX LOAD

означает, что максимальное давление в холодной шине должно быть 30 фунтов на квадратный дюйм при максимальной нагрузке на колесо 1145 фунтов.

Знаки соответствия правилам ЕЭК (Европейской Экономической Комиссии). Согласно правилам ЕЭК все шины, эксплуатирующиеся в Европе, должны быть сертифицированы в одном из утвержденных национальных сертификационных центрах. Иногда сертификация производится двумя такими центрами. Знак соответствия содержит в круге или прямоугольнике указание на то, где шина была сертифицирована, и номер этого сертификата. Если шина, дополнительно к обычным испытаниям на надежность и прочность, соответствует также нормам по уровню шумообразования, то в конце номера сертификата через дефис проставляется буква «s», как показано ниже:

E3) 0259091 e2 026549 0224420-s

Буква «Е» или «e» и последующая цифра представляют собой код, на основе которого можно определить страну, где была сертифицирована шина. Соответствие кодов и стран приведено в *таблице 10.5.2*.

Таблица 10.5.2

Код	Страна	Код	Страна
E1	Германия	E21	Португалия
E2	Франция	E22	Российская Федерация
E3	Италия	E23	Греция
E4	Нидерланды	E24	Ирландия
E5	Швеция	E25	Хорватия
E6	Бельгия	E26	Словения
E7	Венгрия	E27	Словакия
E8	Чешская Республика	E28	Белоруссия
E9	Испания	E29, E30	Эстония
E10	Югославия	E31	Босния и Герцеговина
E11	Объединенное Королевство	E32, E33	Латвия
E12	Австрия	E34, E35, E36	Болгария
E13	Люксембург	E37, E38, E39	Турция
E14	Швейцария	E40, E42	Македония
E16	Норвегия	E43, E44	Япония
E17	Финляндия	E45	Австралия
E18	Дания	E46	Украина
E19	Румыния	E47	Южная Африка
E20	Польша	E48	Новая Зеландия

Знак соответствия требованиям DOT США. В соответствии с требованиями Департамента транспорта США (Department of Transportation, DOT) боковина шины должна содержать следующие надписи:

- «DOT» — знак, показывающий соответствие шины американским стандартам безопасности движения;
- условное обозначение кода завода-изготовителя по стандарту США;
- условное обозначение кода размера шины по стандарту США;
- дату изготовления шины;

Например, надпись **DOT NM 7P CJR X 224** означает следующее:

- **NM 7P** — условное обозначение фирмы-производителя и заводского кода;
- **CJR** — код типоразмера, которым производители специфицируют шины для указания их размера и некоторых иных характеристик;
- **224** — дата изготовления: первые две цифры относятся к неделе, а последняя — к году производства шины. Данная шина была изготовлена в двадцать вторую неделю 1994 года.

Материалы каркаса и брекера шины. На боковине шины обычно содержится надпись, из которой следует, сколько слоев и из какого корда расположены в зоне беговой дорожки и по боковине. Например, надпись

TREAD 4 PLYS NYLON SIDEWALL 2 PLYS NYLON

означает, что под беговой дорожкой расположено 4 слоя нейлонового корда, в зоне боковины - 2 слоя нейлонового корда.

Приложение 10.6
Технические характеристики радиальных шин легковых автомобилей массового ассортимента, выпускаемых предприятиями Российской Федерации

Обозначение шины	Модель шины	Тип рисунка протектора		Обозначение профиля обода		Габаритные размеры шины в натуре, мм		Глубина рисунка протектора по центру		Масса шины, кг	Основная принадлежность	Номер ГОСТ, ТУ	Гарантийный срок, мм, или лет		Знак качества
		Порча сцепления или износ резиновой смеси	Код ОКП	Рекомендуемый	Рабочий	D – наружный диаметр B – ширина профиля R – статический радиус	Q – максимальная нагрузка (кг) F – увеличение давления (кгс/см ²) V – скорость машины допустимая, км/ч	D – диаметр B – ширина R – радиус	Температурный режим, °С						
165/70R13	NV-111	Дор. 79 252130	51, 5,00B 4 1/2, 5 1/2, 4J 4,50B, 5,50B, 4,00B	5,00B 5,50B 4J, 4 1/2 51, 5 1/2 4,00B, 4,50B, 4,50C	D=562±1% (B=170) R=257±1% Q=437(P=3,2) V=190	7,6	7,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Семейство BA3-2101-2109 и их модификации	ТУ 38,05.01.066-2004	xx/5 -45°C +55°C	10	11	В	Нк	
165/70R13	Кама-205	Весел. 79 252131	5,00B 5,50B 4J, 4 1/2 51, 5 1/2 4,00B, 4,50B, 4,50C	D=562±1% (B=170) R=256±1% Q=365(P=2,0) V=190	7,0	6,6 ЛБ-17-3114010 7,55 ЛК-35-11,7	BA3-1119 и его модификации, BA3-2108, 2109	ТУ 2521-013-00148990-98	xx/5 -45°C +55°C	10	11	Нк	Нк		

¹ xx/Работоспособность шин до предельного износа рисунка протектора, соответствующего высоте индикатора износа.

² Цифровой индекс типа венчика, где: 35 – длина корпуса венчика, мм; 11,7 – диаметр корпуса венчика (ОСТ 37.001.215-88).

³ Сокращения, приведенные в таблице *Приложения 10.6*, см. на стр. 139.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
165/70R13	Кама-503	Зим. 79 252131	5Jx13 5 1/2Jx13 4Jx13 4 1/8x13J	D=562±1% (B=170) R=255±1% Q=437(P=2,5) V=160	7,0	6,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2108, 2109 и их модификации	ТУ2521-027-00148990-99	xx/5 -45°C +10°C	НК
165/70R13	Я-520	Весен. 79 252130	4 1/2J 4J, 5J	D=568±1% (B=167) R=260±1% Q=360(P=2,5) V=180	8,5	8,5 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2108, 2109	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +35°C	Я
165/70R13	Я-620	Зим. 79 252130	4 1/2J 4J, 5J	D=569±1,5% (B=167) R=260±1,5% V=180 Q=360(P=2,0)	9,0	7,8 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2104-2109	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
165/80R13	Я-370	Доп. 82 252130	4 1/2J 5J, 4J 5 1/2J	D=596±1% (B=167) R=271±1% Q=410(P=2,0) V=180	8,5	8,5 ЛК-35-11,7	ИЖ-2125, 21251, ВАЗ-2101-2107 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
165/80R13	Я-515А	Весен. 82 252130	4 1/2J 4J, 5J 5 1/2J	D=596±1,5% (B=167) R=271±1,5% Q=410(P=2,0) V=180	8,5	8,5 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2101-2107, ИЖ-2125	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/65R13	Я-402	Доп. 80 252130	5 1/2J 5J, 6J	D=558±1% (B=177) R=255±1% Q=360(P=2,0) V=180	8,0	8,3 ЛК-35-11,7	ИЖ-2126, ВАЗ-2108, 2109	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/70R13	Бир-85	Доп. 80 252130	5J 5 1/2J 4 1/2J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,0) V=180	7,8	7,8 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2104, 2105, 2106, 2107, 2110, 21011	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Бр
175/70R13	SPT-4	Зим. 80 252130	5J 5 1/2J, 4 1/2J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=450(P=2,3) V=160	11,0	8,6 ЛБ-17-3114010	ВАЗ – все модификации, Москвич-2140, ИЖ-2125, 2126	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Бр
175/70R13	102B	Доп. 82 252130	5J, 5,00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B, 6,00B	D=576±1,0% (B=177) R=263±1,0% Q=475(P=3,0) V=210	7,5	7,8 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2101-2110 и их модификации	ТУ 38.05.01.085-2004	xx/5 -45°C +55°C	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175/70R13	105B	Дор. 82 252130	5J, 5.00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B, 6,00B	D=576±1,5% (B=177) R=263±1,5% Q=475(P=3,0) V=210	7,8	8,3 ЛБ-17-3114010	BA3 – все модификации	ТУ 38.05.01.067-2003	xx/5 -45°C +55°C	B
175/70R13	NV-112	Дор. 82 252130	5J, 5.00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B, 6,00B	D=576±1,5% (B=177) R=263±1,5% Q=475(P=3,2) V=210	7,8	8,3 ЛБ-17-3114010	BA3 – все модификации	ТУ 38.05.01.067-2003	xx/5 -45°C +55°C	B
175/70R13	200B	Зим. 82 252130	5J, 5.00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B, 6,00B	D=576±1,5% (B=177) R=263±1,5% Q=475(P=3,0) V=190	8,5	8,7 ЛБ-17-3114010	BA3-2101-2110 и их модификации	ТУ 38.05.01.085-2004	xx/5 -45°C +10°C	B
175/70R13	224B 224B-1	Зим. 82 252130	5J, 5.00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B, 6,00B	D=576±1,5% (B=177) R=263±1,5% Q=475(P=3,0) V=160, 180 с шипами (V _{мин})	10,0	8,3 ЛБ-17-3114010	BA3-2101-2110 и их модификации	ТУ 38.05.01.082-2004	xx/5 -45°C +10°C	B
175/70R13	234B	Зим. 82 252130	5J, 5.00B 4 1/2J, 5 1/2J, 6J 4,50B, 5,50B	D=580±1,5% (B=177) R=268±1,5% Q=475(P=3,0) V=190	10,0	8,5 ЛБ-17-3114010	BA3-2101-2110 и их модификации	ТУ 38.05.01.082-2004	xx/5 -45°C +10°C	B
175/70R13	Вн-391	Всес. 82 252130	5Jx13H2 4 1/2x13H2; 5 1/2x13H2; 6Jx13H2	D=576±1,5% (B=177) R=265±3, Q=475(P=2,5) V=210	7,8	7,45 ЛК-35-11,7	BA3-2104-2110, иномарки, ИЖ	ТУ 38.304-04-98-98	xx/5 -45°C +55°C	Вн
175/70R13	Вн-51	Зим. 82 252130	5Jx13H2 4 1/2x13H2; 5 1/2x13H2; 6Jx13H2; 5,00B; 5,50B; 6,00B	D=578±1,5% (B=177) R=265±1,5% Q=475(P=2,5) V=190 V _{мин} =130	9,0	8,0 ЛК-35-11,7	BA3-2104-2110, иномарки, ИЖ	ТУ 38.304-04-108-2001	xx/5 -45°C +10°C	Вн
175/70R13	К-186	Дор. 82 252130	5J, 6J, 4,50B, 5,00B, 5,50B	D=578±1,5% (B=177) R=265±1,5% Q=415(P=2,6) V=210	7,5	6,6 ЛБ-17-3114010	BA3-2104-2110	ТУ 2521-117-00148961	30000/5 -45°C +55°C	К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175/70R13	К-204	Дор. 82 252130	5J, 6J, 4.50B, 5.00B, 5.50B	D=578±1% (B=177) R=264±1% Q=415(P=2,5) V=210	7,5	7,4 ЛБ-17-3114010	BA3-2104-2110	ТУ 2521-133- 00148961	30000/5 -45°C +55°C	К
175/70R13	К-244	Зим. 82 252130	5J —	D=582±1,5% (B=177) R=269±1,5% Q=405(P=2,5) V=160	8,0	7,2 ЛБ-17-3114010	BA3-2104-2110	ТУ 2521-165- 00148961	30000/5 -45°C +10°C	К
175/70R13	Икс-391	Дор. 82 252130	5J 5 1/2J 4 1/2J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,0) V=190	8,0	8,3 ЛК-35-11,7	BA3 — все модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Кл
175/70R13 175/70HR13	И-391	Весез. 82 252131	5Jx13 5 1/2x13 6Jx13	D=580±1% (B=179) R=263±1% Q=475(P=2,5) V=210	7,5	7,35 ЛБ-17-3114010 8,4 ЛК-35- 11,7	BA3 — все модификации	ТУ 38.604-11-21-94	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/70R13	И-391	Весез. 82 252130	5J 3 1/2J 4 1/2J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=475(P=2,5) V=210	8,0	7,8 ЛБ-17-3114010	BA3 — все модификации, Москва-2140	ТУ 38.304-078-2005	xx/5 -45°C +55°C	Бр
175/70R13	Камс-204	Весез. 82 252131	5J 5 1/2J 4 1/2J, 6J	D=576±1% (B=177) R=263±1% Q=475(P=2,5) V=210	8,0	7,5 ЛБ-17-3114010 8,5 ЛК-35-11,7	BA3-2104-2107, 2110 и их зарубежные аналоги	ТУ 2521-033- 00148990-2000	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/70R13	Камс-205	Весез. 79 252131	5Jx13 4 1/2x13 5 1/2x13	D=584±1% (B=177) R=263±1% Q=475(P=2,5) V=190	7,0	7,2 ЛБ-17-3114010	BA3-2104-2107, 2110 и их модификации	ТУ 2521-023- 00148990-99	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/70R13	Камс-578	Весез. 82 252131	5J 5 1/2J 4 1/2J, 6J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,0) V=180	10,0	8,55 ЛК-35-11,7	BA3-2101, 21011 и их модификации	ТУ 38.604-11-04-93	40000/5 -45°C +55°C	Нк

Продолжение приложения 10.Р

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175/70R13	Кама- EURO-127	Доп. 82 252131	5J, 5/0J 4/0J, 6J	D=578±1% (B=177) R=261±1% Q=475(P=2,6) V=190	9,0	7,2 ЛБ-17-3114010 ЛК-35- 11,7	Для легковых а/м, имею- щих нагрузочные и ско- ростные характеристики, соответствующие этой таблице	ТУ 2521-076- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/70R13	Кама- EURO-224	Всесез. 97 252131	5J 5/0J 4/0J, 6J	D=579±1% (B=177) R=261±1% Q=475(P=2,6) V=190	9,0	7,2 ЛБ-17-3114010 ЛК-35- 11,7	Для легковых а/м, имею- щих нагрузочные и ско- ростные характеристики, соответствующие этой таблице	ТУ 2521-069- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/70R13	Кама-305	Зим. 82 252131	5J 5/0J, 4/0J 6J	D=576±1% (B=177) R=261±1% Q=475(P=2,6) V=190	7,0	7,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35- 11,7	Для легковых а/м, имею- щих нагрузочные и ско- ростные характеристики, соответствующие этой таблице	ТУ 2521-105- 00148990-2006	xx/5 -45°C +10°C	Нк
175/70R13	Кама-303	Зим. 82 252131	5Jx13 5/0x13 4/0x13 6Jx13	D=582±1% (B=177) R=262±1% Q=475(P=2,5)V=160	7,0	8,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2104, -2110 и их модификации	ТУ 2521-026- 00148990-99	xx/5 -45°C +10°C	Нк
175/70R13	Я-380	Доп. 80 252130	5J 4/0J, 5/0J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,7) V=180	8,5	8,8 ЛК-35- 11,7	ВАЗ-2101-2109; Москвич-2138, 21409; ИЖ-2125 и их модифика- ции и аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/70R13	Я-458	Доп. 82 252130	5J 4/0J, 5/0J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,0) V=180	8,0	8,5 ЛК-35- 11,7	ВАЗ-2101-2109; ИЖ-2125 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/70R13	Я-630	Доп. 82 252130	5J 4/0J 5/0J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=405(P=2,0) V=180	8,5	8,0 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2104-2109 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/70R13	TUNGA Road	Доп. 82 252130	5J 5/0J, 4/0J	D=580±1% (B=176) R=265±1% Q=475(P=2,5) V=190	7,5	8,0 ЛК-35- 11,7	ВАЗ-2101-2110, Москвич, ИЖ	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	У
175/70R13	Я-660	Доп. 82 252130	5J 5/0J, 4/0J	D=580±1% (B=177) R=268±1% Q=405(P=2,0) V=190	8,0	8,3 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2104-2109 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175/70R13	Я-710	Зим. 82 252130	5J 5/1J, 4/1J	D=580±1,5% (B=177) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=130	8,0	ЛБ-17-3114010	BA3-2108-2110, 2115 и их модификации	ТУ 38.304-14-154- 2005	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/70R13	TUNGA Extreme Contact	Зим. 82 252130	5J 4/1J 5/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=475(P=2,5) V=160 V _{мин} =130	9,3	ЛК-35-11,7	BA3-2101-2110, Москвич- 2138, 21409, ИЖ-2125 и их модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	У
175/70R13	Я-400	Зим. 80 252130	5J 4/1J 5/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=180 V _{мин} =130	9,0	ЛК-35-11,7	BA3-2101-2109, Москвич- 2138, 21409, ИЖ-2125 и их модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
175/70R13	Я-512	Зим. 80 252130	5J 4/1J, 5/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=180 V _{мин} =130	9,0	ЛК-35-11,7	BA3-2101-2109 ИЖ-2125 Москвич-2138, 21406	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
175/70R13	Я-620	Зим. 82 252130	5J 4/1J 5/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=130 V _{мин} =130	9,0	ЛБ-17-3114010	BA3-2104-2109 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
175/70R13	Я-670	Зим. 82 252130	5J 5/1J, 4/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=160 V _{мин} =130	10,0	ЛБ-17-3114010	BA3-2101-2111 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
175/70R13	Я-700	Зим. 82 252130	5J 5/1J, 4/1J	D=580±1,5% (B=176) R=265±1,5% Q=405(P=2,0) V=160	9,0	ЛБ-17-3114010	BA3-2101-2110 и их аналоги	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Я
185/60R13	Камп-233	Весен. 84 252131	5J 4/1, 4/1J, 5/1J 4,50B, 5,00B, 5,50B	D=570±1% (B=189) R=262±1% Q=500(P=2,5) V=210	7,0	ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Легковые а/м, имеющие скоростные и нагрузочные характеристики, соответ- ствующие этой шине	ТУ 2521-090- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
165/70R14	Камат-233	Весел. 81 252131	SJ 4J, 4J/J, 5J/J, 5J/J, 6J 4,50B, 5,00B, 5,50B	D=588±1% (B=170) R=272±1% Q=475(P=2,6) V=210	8,0	ЛБ-17-3114010 9,0 ЛК-35-11,7	Легковые в/м, имеющие скоростные и нагрузочные характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-089-00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/65R14	106B	Дор. 82 252130	SJ, 5,00B 5J/J, 6J 5,50B	D=584±1% (B=177) R=269±1% Q=475(P=3,0) V=210	7,8	ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110 и его модификации	ТУ 38.05.01.068-2004	xx/5 -45°C +55°C	В
175/65R14	NV-113	Дор. 82 252130	SJ, 5,00B 5J/J, 6J 5,50B	D=584±1% (B=177) R=269±1% Q=475(P=3,2) V=210	7,8	ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110 и его модификации	ТУ 38.05.01.068-2004	xx/5 -45°C +55°C	В
175/65R14	TUNGA Road	Дор. 82 252130	SJ 5J/J, 6J	D=584±1% (B=182) R=276±1% Q=475(P=2,5) V=190	7,5	ЛБ-35-11,7	ВАЗ-2110, ВАЗ-2170	ТУ 2521-014-72890940	xx/5 -45°C +55°C	У
175/65R14	228B	Зим. 82 252131	SJ 5J/J, 6J	D=584±1,5% (B=177) R=269±1,5% Q=475(P=3,0) V=160	10,0	ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110 и его модификации	ТУ 38.05.01.076-2004	xx/5 -45°C +10°C	В
175/65R14	Камат-217	Весел. 82 252131	5J/J 6J 5J, 5,00B 5,50B	D=584±1% (B=177) R=268±1% Q=475(P=2,5) V=210	7,5	ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110 и его модификации	ТУ 2521-045-00148-990-2000	xx/5 -45°C +55°C	Нк
175/65R14	Камат-514	Зим. 82 252131	5J/J 6J 5J	D=586±1% (B=177) R=268±1% Q=475(P=2,5) V=160	7,5	ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110 и его модификации	ТУ 2521-029-00148990-99	xx/5 -45°C +10°C	Нк
175/65R14	Я-660	Дор. 82 252130	SJ 5J/JL, 6L	D=584±1% (B=177) R=268±1% Q=395(P=2,0) V=210	8,0	ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110, 2112 и их аналоги	ТУ 38.304-14-73-99	xx/5 -45°C +55°C	Я
175/65R14	TUNGA Extreme Contact	Зим. 82 252130	SJ 5J/J, 6J	D=584±1% (B=182) R=267±1% Q=475(P=2,5) V=160 V _{max} =130	9,3	ЛБ-35-11,7	ВАЗ-2110, 2170	ТУ 2521-014-72890940	xx/5 -45°C +10°C	У

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
175/65R14	Я-620	Зав. 82 252130	5J 5 1/2J, 6J	D=584±1% (B=177) R=267±1% Q=395(P=2,0) V=190	9,0	8,2 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110, 2113, 2112, 2119, 21103 и их аналоги	ТУ 38.304-14-124- 2001	ХХ/5 -45°C +10°C	Я
175/65R14	Я-700	Зав. 82 252130	5J 5 1/2J, 6J	D=584±1,5% (B=177) R=268±1,5% Q=475(P=2,0) V=160	9,0	8,5 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110, 2113, 2112, 2119, 21103 и их аналоги	ТУ 38.304-14-73-99	ХХ/5 -45°C +10°C	Я
175/70R14	Кама-204	Весел. 84 252131	5J 4J, 4 1/2J 5 1/2J	D=602±1% (B=177) R=273±1% Q=500(P=2,5) V=210	8,0	7,7 ЛБ-17-3114010	Москвич-2141 и его модификации	ТУ 2521-014- 00148990-99	ХХ/5 -45°C +55°C	Нк
185/60R14	111В	Дор. 82 252130	5 1/2J 5J, 6J, 6 1/2J	D=578±1% (B=189) R=267±1% Q=475(P=3,0) V=210	7,5	8,2 ЛБ-17-3114010	Малолитражные авто- мобили	ТУ 38.05.01.086- 2005	ХХ/3 -45°C +55°C	В
185/60R14	К-200	Дор. 82 252130	5 1/2J 5J, 6J	D=577±1% (B=189) R=275±1% Q=415(P=2,5) V=210	7,0	8,0 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110 и его модифика- ции, инновации	ТУ 2521-118- 00148961	30009/5 -45°C +55°C	К
185/60R14	TUNGA Road	Дор. 82 252131	5 1/2J 6J, 5J 6 1/2J	D=578±1% (B=189) R=268±1% Q=475(P=2,5) V=190	9,0	7,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110	ТУ 2521-074- 00148984-2002	ХХ/5 -45°C +55°C	У
185/60R14	Кама EURO-224 Кама-224	Весел. 82 252131	5 1/2J 6J, 5J 6 1/2J	D=578±1% (B=189) R=264±1% Q=475(P=2,6) V=210	9,0	7,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имею- щих нагрузки и скорост- ные характеристики, соот- ветствующие этой шине	ТУ 2521-070- 00148990-2004	ХХ/5 -45°C +55°C	Нк
185/60R14	Кама-208	Весел. 82 252131	5 1/2J, 4H2 6H, 4H2 5H, 4H2 6 1/2H, 4H2	D=578±1% (B=189) R=264±1% Q=475(P=2,5) V=210	8,0	7,9 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110 и его модифи- кации	ТУ 2521-030- 00148990-99	ХХ/5 -45°C +55°C	Нк
185/60R14	Кама-316	Зав. 82 252131	5 1/2J 5J, 6J 6 1/2J	D=578±1,5% (B=189) R=264±1,5% Q=475(P=2,5) V=160	9,0	8,0 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110 и его модифи- кации	ТУ 2521-059- 00148990-2001	ХХ/5 -45°C +10°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
185/60R14	TUNGA Extreme Contact	Зим. 82 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=578±1% (B=189) R=268±1% Q=475(P=2,5) V=160 V _{max} =130	9,3	9,5 ЛК-35-11,7	BA3-2110, 2170 и их модификации	TU 2521-074-00148984	xx/5 -45°C +10°C	У
185/60R14	TUNGA Master	Зим. 82 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=578±1% (B=189) R=268±1% Q=475(P=2,5) V=160 V _{max} =130	9,3	9,5 ЛК-35-11,7	BA3-2110 и их модификации	TU 2521-074-00148984-2002	xx/5 -45°C +10°C	У
185/60R14	Я-630	Доп. 82 252130	5/1L 5L, 6L, 6/1L	D=518±1% (B=189) R=264±1% Q=395(P=2,0) V=210	8,0	8,2 ЛБ-17-3114010	BA3-2112, 21103, 21113, и/м семейства «Калипсо» и их аналоги	TU 38.304.14-142-2002	xx/5 -45°C +55°C	Я
185/65R14	Кама-518	Зим. 86 252131	5 1/2J 5J, 6J 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1,5% Q=530(P=2,5) V=160 V _{max} =130	7,0	7,8 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	BA3-2110-2112 и их модификации	TU 2521-077-00148990-2003	xx/5 -45°C +10°C	Нк
185/65R14	TUNGA Extreme Contact	Зим. 86 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=596±1,5% (B=189) R=273±1,5% Q=530(P=2,5) V=160 V _{max} =130	9,3	9,5 ЛК-35-11,7	BA3-2110 и их модификации	TU 2521-016-72890940	xx/5 -45°C +10°C	У
185/65R14	Кама-230	Весенн. 86 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=596±1% (B=189) R=267±1% Q=530(P=2,5) V=210	8,0	9,3 ЛБ-17-3114010 10,5 ЛК-35-11,7	BA3-2110-2112 и их модификации	TU 2521-065-00148990-2003	xx/5 -45°C +55°C	Нк
185/65R14	107B	Доп. 86 252130	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1% Q=530(P=3,0) V=210	9,0	8,5 ЛБ-17-3114010	Малолитражные автомобили	TU 38.05.01.069-2004	xx/5 -45°C +55°C	В
185/65R14	NV-114	Доп. 86 252130	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1% Q=530(P=3,2) V=210	9,0	8,5 ЛБ-17-3114010	Малолитражные автомобили	TU 38.05.01.069-2004	xx/5 -45°C +55°C	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
185/65R14	220B	Зам. 86 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=596±1,5% (B=189) R=273±1,5% Q=530(P=3,0) V=160	10,0	8,5 ЛБ-17-3114010	Малолитражные авто- мобили	ТУ 38.05.01.078- 2004	xx/5 -45°C +10°C	В
185/65R14	230B	Зам. 86 252131	5/1J 5J, 6J 6/1J	D=598±1,5% (B=189) R=273±1,5% Q=530(P=3,0) V=190	10,0	8,5 ЛБ-17-3114010	Малолитражные авто- мобили	ТУ 38.05.01.078- 2004	xx/5 -45°C +10°C	В
185/65R14 185/65HR14	И-394	Доп. 86 252131	5Jx14 5/1Jx14 6Jx14	D=596±1% (B=184) R=261±1% Q=530(P=2,5) V=210	8,5	9,3 ЛБ-17-3114010 10,5 ЛК-35-11,7	Москвич-2141, 21414 и его зарубежные аналоги	ТУ 38.604-11-26-95	46000/5 -45°C +55°C	Нк
185/65R14	И-391	Всезес. 82 252130	5/1J-14H2 5J-14H2, 6J-14H2, 6/1J-14H2	D=596±1% (B=186) R=270±1% Q=475(P=2,5) V=180	8,0	9,2 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2101-2107, ИЖ-2126, 2126-60	ТУ 2521-017- 00148984	xx/5 -45°C +55°C	У
185/65R14	TUNGA Road	Доп. 86 252130	5/1J 5J, 6J, 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1% Q=530(P=2,5) V=190	8,0	9,2 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2110	ТУ 2521-016- 72890940	xx/5 -45°C +55°C	У
185/65R14	Я-630	Доп. 86 252130	5/1J 5J, 6J, 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1% Q=425(P=1,9) V=190	8,0	8,2 ЛБ-17-3114010	ИЖ-2126 «Одн», Москвич-2141-01, 21412-01 и их аналоги	ТУ 38.304-14-142- 2002	xx/5 -45°C +55°C	Я
185/65R14	Я-620	Зам. 86 252130	5/1J 5J, 6J, 6/1J	D=596±1% (B=189) R=273±1% Q=425(P=1,9) V=180 V _{max} =130	9,0	9,6 ЛБ-17-3114010	Москвич-2141-01, 21412-01 и их аналоги	ТУ 38.304-14-124- 2001	xx/5 -45°C +10°C	Я
185/70R14	Кава- EURO-236	Всезес. 88 252131	5/1J 5J, 6J, 6/1J	D=616±1% (B=189) R=283±1% Q=560(P=2,6) V=210	8,5	8,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Легковые а/м, имеющие скоростные и пиковые характеристики, соответ- ствующие этой шине	ТУ 2521-094- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
185/70R14	Камп-204	Весел. 88 252131	5/2J 4 1/2Jx14 5x14 6 1/2Jx14	D=616±1,5% (B=189) R=280±2 Q=560 (P=2,5) V=190,210	8,0	8,5 ЛБ-17-3114010 9,7 ЛК-35-11,7	Москвин-2141 и его моди- фикации	ТУ 2521-031- 00148990-99	xx/5 -45°C +55°C	Нх
205/70R14	И-259А	Дор. 93 252131	5/2J 6J, 6 1/2J	D=652±1,5% (B=206) R=295±1,5% Q=600 (P=2,1) V=190	8,5	13,3 ЛК-35-11,7 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-2410, 3102, 31029 и их модификации	ТУ 38.304039-94	46000/5 -45°C +55°C	Бр
205/70R14	Форшара 121	Весел. 95 252130	5/2J 6J, 6 1/2J	D=644±1,5% (B=206) R=291±1,5% Q=600 (P=2,5) V=180	9,0	14,2 ЛК-35-11,1 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3102, 2410, 2411 и их модификации	ТУ 38.304-074-2004	xx/5 -45°C +55°C	Бр
205/70R14	БС-2	Весел. 95 252130	5/2J 6J, 6 1/2J	D=644±1% (B=209) R=292±1% Q=600 (P=2,1) V=180	9,2	11,0 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ГАЗ-31029 и его модификации	ТУ 38.404-059-99	xx/5 -45°C +55°C	Бр
205/70R14	ОИ-297	Зим. 93 252131	5/2J 6J, 6 1/2J	D=652±1% (B=206) R=295±1% Q=580 (P=2,1) V=160	11,0	13,8 ЛК-35-11,7 12,0 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3102, 2410 их модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +10°C	Бр
205/70R14	ИД-220	Дор. 93 252130	5/2J 6J, 6 1/2J	D=652±1% (B=206) R=295±1% Q=650 (P=2,5) V=180	9,0	12,5 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2410, 2411, 3102 и их модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Бр
205/70R14	VS-1	Весел. 95 252130	5/2J 6J, 6 1/2J	D=652±1,5% (B=206) R=295±1% Q=690 (P=2,5) V=180	9,8	11,7 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2410, 31029, 3102 и их модификации	ТУ 38.304-04-54-98	xx/5 -45°C +55°C	Вн
205/70R14	К-158	Зим. 95 252130	5/2Jx14 —	D=655±1,5% (B=206) R=297±1,5% Q=580 (P=2,1) V=160	11,5	11,7 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-2410, 2411, 3102, 31029 и их модификации	ТУ 2521-079- 00148961	30000/5 -45°C +10°C	К

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205/70R14	Я-426	Дор. 93 252130	S/J 6J, 6'/J	D=652±1% (B=206) R=295±1% Q=580(P=2,1) V=180	9,0	14,0 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2410, 2412, 3102, 31029 и их модификации	ГОСТ 4754	xx/5 -45°C +55°C	Я
185/65R15	Кам- EURO-236	Восст. 88 252131	S/J 5J, 6J, 6'/J	D=621±1% (B=189) R=283±1% Q=560(P=2,6) V=210	8,5	8,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Легковые а/м, имеющие скоростные и нагрузочные характеристики, соответ- ствующие этой шине	ТУ 2521-099- 00148990-2006	xx/5 -45°C +55°C	Нк
195/60R15	Кам-233	Восст. 88 252131	6J 6'/J, 5'/J, 7J	D=615±1% (B=201) R=277±1% Q=560(P=2,5) V=210	8,0	10,5 ЛБ-17-3114010 12,5 ЛК-35-11,7	Легковые а/м, имеющие скоростные и нагрузочные характеристики, соответ- ствующие этой шине	ТУ 2521-088- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
195/65R15	БС-6	Восст. 91 252131	6J 6'/J 5'/J, 7J	D=635±1% (B=201) R=290±1% Q=535(P=2,1) V=190	9,2	10,9 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110 и его модификации	ТУ 38.304-063-99	xx/5 -45°C +55°C	Бр
195/65R15	NV-115	Дор. 89 252130	6J 5'/J, 6'/J 7J	D=635±1% (B=201) R=292±1% Q=615 (P=3,2) V=210	8,5	10,5 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110 и его модифика- ции, зарубежные аналоги	ТУ 38.05.01.070- 2003	xx/5 -45°C +55°C	В
195/65R15	108В	Дор. 89 252130	6J 5'/J, 6'/J 7J	D=635±1% (B=201) R=292±1% Q=615 (P=3,2) V=210	8,5	10,5 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, его модифика- ции, зарубежные аналоги	ТУ 38.05.01.070- 2003	xx/5 -45°C +55°C	В
195/65R15	221В	Зим. 89 252131	6J 5'/J, 6'/J 7J	D=637±1,5% (B=201) R=295±1,5% Q=615(P=3,0) V=160	10,5	10,5 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, его модифика- ции, зарубежные аналоги	ТУ 38.05.01.079- 2004	xx/5 -45°C +10°C	В
195/65R15	231В	Зим. 89 252131	6J 5'/J, 6'/J 7J	D=637±1,5% (B=201) R=295±1,5% Q=615(P=3,0) V=190	10,5	10,5 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, его модифика- ции, зарубежные аналоги	ТУ 38.05.01.079- 2004	xx/5 -45°C +10°C	В

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
195/65R15	Вр-59	Зим. 91 252130	6/дх15H2; 6х15H2; 5/дх15H2; 7х15H2	D=635±1% (B=206) R=292±1% Q=615(P=2,5) V=190 V _{min} =130	9,3	9,6 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 и его зарубежные аналоги	ТУ 38.304-04-131-2003	xx/5 -45°C +10°C	Вл
195/65R15	КС-4	Весел. 91 252130	6J 6/дJ 5/дJ, 7J	D=635±1% (B=201) R=290±1% Q=535(P=2,1) V=190	12,0	ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110 и его модификации	ТУ 2521-080-00148961	40000/5 -45°C +55°C	К
195/65R15	К-243	Зим. 91 252130	6J 5/дJ, 7J 6/дJ	D=640±1% (B=205) R=296±1% Q=535(P=2,7) V=160	9,3	ЛБ-17-3114010	ГАЗ-2410, 2411, 3102, 31029	ТУ 2521-164-00148961	30000/5 -45°C +10°C	К
195/65R15	Кама GRANT	Дор. 91 252131	6х15 6/дх15 5/дх15 7х15	D=635±1% (B=206) R=290±1% Q=615(P=2,5) V=210	8,5	ЛБ-17-3114010 13,5 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 и его модификации	ТУ 38.604-11-67-96	xx/5 -45°C +55°C	Нк
195/65R15	Кама-234	Весел. 91 252131	6J 6/дJ, 5/дJ, 7J	D=635±1% (B=201) R=285±1% Q=615(P=2,5) V=210	8,1	ЛБ-17-3114010 12,5 ЛК-35-11,7	Легковые а/м, имеющие скоростные и нагрузочные характеристики, соответствующие этой группе	ТУ 2521-092-00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
195/65R15	Кама- NIKOLA	Весел. 91 252131	6J 7J, 6/дJ 5/дJ	D=635±1% (B=206) R=290±1% Q=615(P=2,5) V=210	9,5	ЛБ-17-3114010 13,5 ЛК-35-11,7 11,5	ГАЗ-3110 и его модификации, VOLVO, BMW, AUDI, MERSEDES	ТУ 38.604-11-66-96	xx/5 -45°C +55°C	Нк
195/65R15	Кама-501	Зим. 91 252131	6/дх15 5/дх15 7х15	D=644±1% (B=198) R=289±1% Q=615(P=2,5) V=170	12,5	ЛБ-17-3114010 13 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 его модификации	ТУ 2521-011-00148990-98	xx/5 -45°C +10°C	Нк
195/65R15	Кама-518	Зим. 91 252131	6J 5/дJ, 6/дJ 7J	D=635±1% (B=201) R=288±1% Q=615(P=2,6) V=190	8,1	ЛБ-17-3114010 12,5 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 и его модификации	ТУ 2521-078-00148990-2003	xx/5 -45°C +10°C	Нк

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
195/65R15	TUNGA Road	Дор. 91 252131	6J 5 1/2J, 6 1/2J 7J	D=635±1% (B=201) R=293±1% Q=615(P=2,5) V=190	8,0	12,5 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 и его модифи- кации	ТУ 2521-030- 00148984	xx/5 -45°C +55°C	У
195/65R15	С-142 Русь	Зим. 93 252130	6J 6 1/2J	D=640±1% (B=201) R=293±1% Q=615(P=2,5) V=160 V _{мин} =130	9,3	8,0 ЛК 35-11,7 9,1 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2110 и его модифи- кации	ТУ 2521-030- 00148984	xx/5 -45°C +10°C	У
195/65R15	TUNGA Extreme Contact	Зим.олимп. 91 252130	5J 7J	D=637±1% (B=201) R=293±1% Q=615(P=2,5) V=130	10,0	9,9 ЛК 35-11,7	ГАЗ-3110 и его модифи- кации	ТУ 2521-030- 00148984	xx/5 -45°C +10°C	У
195/65R15	Я-630	Дор. 91 252130	6 1/2J 5 1/2J, 6J, 7J	D=635±1% (B=206) R=290±1% Q=535(P=2,1) V=210	8,5	10,0 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, 3102 и их аналоги	ТУ 38.304-14-128- 2002	xx/5 -45°C +55°C	Я
195/65R15	Я-660	Дор. 91 252130	6 1/2J 5 1/2L, 6L, 7L	D=635±1% (B=201) R=290±1% Q=535(P=2,1) V=190	8,5	11,2 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110 и его модифи- кации	ТУ 38.304-14-127- 2002	xx/5 -45°C +55°C	Я
195/65R15	Я-620	Зим. 91 252130	6 1/2J 5 1/2J, 6J, 7J	D=635±1,5% (B=196) R=287±1,5% Q=526(P=2,1) V=190 V _{мин} =130	9,0	12,0 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110 и его модифика- ции, их аналоги	ТУ 38.304-14-124- 2001	xx/5 -45°C +10°C	Я
205/60R15	Кама-518	Зим. 91 252131	6J 5 1/2J, 6 1/2J 7J, 7 1/2J	D=647±1% (B=209) R=286±1% Q=615(P=2,5) V=210	8,0	11,5 ЛБ-17-3114010 13,5 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имее- щих нагрузочную и ско- ростную характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-083- 00148990-2004	xx/5 -45°C +10°C	Нк
205/60R15	Кама- EURO-225	Весез. 91 252131	6J 5 1/2J, 6 1/2J 7J, 7 1/2J	D=629±1% (B=209) R=291±1% Q=615(P=2,6) V=240	8,0	9,7 ЛБ-17-3114010 11,7 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имее- щих нагрузочную и ско- ростную характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-072- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205/60R15	Кама-233	Всесез. 91 252131	6J 5J/d, 6J/d 7J, 7J/d	D=627±1% (B=209) R=286±1% Q=615(P=2,5) V=240	8,0	11,0 ЛБ-17-3114010 13,5 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имею- щих заднюю и ско- ростную характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-087- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
205/60R15	И-327	Дор. 91 252131	6Jx15 6J/dx15 5J/dx15 7Jx15	D=627±1% (B=208) R=284±1% Q=615(P=2,5) V=240	8,0	11,5 ЛБ-17-3114010 13,5 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3105 и его модифи- кации	ТУ 38.604-11-49-96	xx/5 -45°C +55°C	Нк
205/65R15	БР-104	Дор. 94 252130	6J/d 5J/d, 6J 7J	D=617±1,5% (B=209) R=294±1,5% Q=560(P=2,0) V=190	7,5	11,3 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3102, 3110, 3111, автомобили зарубежного производства	ТУ 38.304-069-2002	xx/5 -45°C +55°C	Бр
205/65R15	NV-116	Дор. 91 252130	6J 5J/d, 6J/d 7J, 7J/d	D=647±1% (B=209) R=296±1,5% Q=670(P=3,2) V=160	8,5	11,0 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, 3111 и их зару- бежные аналоги	ТУ 38.05.01.071- 2004	xx/5 -45°C +55°C	В
205/65R15	223B	Зим. 91 252131	6J 5J/d, 6J/d 7J, 7J/d	D=647±1,5% (B=209) R=292±1% Q=670(P=2,6) V=160	10,5	11,0 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3110, 3111 и их зару- бежные аналоги	ТУ 38.05.01.081- 2004	xx/5 -45°C +10°C	В
205/65R15	К-178	Дор. 94 252130	6Jx15 6J/dx15 7Jx15	D=647±1% (B=209) R=292±1% Q=670(P=2,6) V=160	11,0	11,5 ЛБ-17-3114010	ГАЗ-3111	ТУ 2521-101- 00148961	5000/5 -45°C +55°C	К
205/65R15	Кама-204	Всесез. 94 252131	6J 6J/d 5J/d, 7J, 7J/d	D=647±1% (B=209) R=290±1,5% Q=710(P=3,0) V=190	8,5	11,5 ЛБ-17-3114010 13,0 ЛК-35-11,7	ГАЗ-3110 и его модифи- кации	ТУ 2521-040- 00148990-2001	xx/5 -45°C +55°C	Нк
205/70R15	222B	Зим. 95 252131	6J 5J/d 6J/d, 7J	D=669±1,5% (B=209) R=305±1,5% Q=710(P=3,0) V=160	10,5	13,0 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2121 и его модификации, зару- бежные аналоги	ТУ 38.05.01.080- 2004	xx/5 -45°C +55°C	В
205/70R15	NV-117	Дор. 95 252130	6J 5J/d 6J/d, 7J	D=669±1% (B=209) R=305±1% Q=710(P=3,2) V=210	8,5	13,0 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2121 и его модификации и за- рубежные аналоги	ТУ 38.05.01.072- 2004	xx/5 -45°C +55°C	В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205/70R15	BC-8	Весел. 95 252130	6J 5 1/2J 6 1/2, 7J	D=669±1,5% (B=209) R=308±1,5% Q=600(P=2,1) V=180	9,2	12,0 ЛБ-17-31 4010	ВАЗ-2123 и его модификации, зару- бежные аналоги	ТУ 38.05.01.080- 2004	xv/5 -45°C +55°C	В
205/70R15	BC-8	Весел. 95 252130	6J 5 1/2J 6 1/2J, 7J	D=669±1,5% (B=209) R=308±1,5% Q=690(P=2,5) V=180	9,2	12,0 ЛБ-17-31 4010	ВАЗ-2123 и его модификации, зару- бежные аналоги	ТУ 38.304-067-2004	xv/5 -45°C +55°C	Бр
205/70R15	Вл-42	Весел. 95 252130	6Jx15H2 6 1/2Jx15H2; 5Jx15H2; 5 1/2Jx15H2; 7Jx15H2	D=669±6 (B=211) R=304±3 Q=690(P=2,5) V=190	10,5	13,0 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2123, 2121	ТУ 38.304-04-72-99	xv/5 -45°C +55°C	Ва
205/70R15	Камп-232	Весел. 95 252131	6J 5 1/2J, 6 1/2J, 7J	D=669±1% (B=209) R=320±1% Q=690(P=2,5) V=190	8,5	12,5 ЛБ-17-31 4010 14,5 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имею- щих patruчочную и ско- ростную характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-084- 00148990-2004	xv/5 -45°C +55°C	Нк
205/75R15	Камп-213	Весел. 97 252131	6J 6 1/2J 5 1/2J, 7J	D=689±1% (B=203) R=314±1% Q=730(P=2,5) V=190	8,5	12,0 ЛБ-17-31 4010 14,0 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2123 и его модифи- кации	ТУ 2521-034- 00148990-2000	xv/5 -45°C +55°C	Нк
205/75R15	Камп- EURO-228	Весел. 97 252131	5 1/2J 6J, 6 1/2J, 7J	D=689±1% (B=203) R=310±1% Q=730(P=2,6) V=190	8,5	12,0 ЛБ-17-31 4010 14,0 ЛК-35-11,7	Для легковых а/м, имею- щих patruчочную и ско- ростную характеристики, соответствующие этой шине	ТУ 2521-074- 00148990-2004	xv/5 -45°C +55°C	Нк
205/75R15	Камп-515	Зим. 97 252131	6J 6 1/2J 5 1/2J, 7J	D=689±1% (B=203) R=314±1% Q=730(P=2,5) V=160	9,0	14,0 ЛБ-17-31 4010 16,0 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2123 и его модификации	ТУ 2521-032- 00148990-2000	xv/5 -45°C +10°C	Нк

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
205/75R15	Кама- EURO-517	Зим. 97 252131	5 ^{1/2} J 6J, 6 ^{1/2} J, 7J	D=692±1% (B=203) R=312±1% Q=730(P=2,6) V=190	9,0	12,5 ЛБ-17-3114010 14,5 ЛК-35-11,7	Легковые и/м при со- блюдении скоростных и нагрузочных характери- стик, соответствующие этой шине	ТУ 2521-075- 00148990-2004	xx/5 -45°C +10°C	Нк
215/70R15	Кама-235	Весес. 97 252131	6 ^{1/2} J 6J, 7J, 7 ^{1/2} J	D=683±1% (B=221) R=311±1% Q=730(P=2,5) V=210	8,5	12,0 ЛБ-17-3114010 14,08 ЛК-35-11,7	Легковые и/м повышенной проходимости с колесной формулой 4x4	ТУ 2521-085- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
225/75R15	Кама-201	Весес. 105 252131	6Jx15 6 ^{1/2} Jx15, 7Jx15 7 ^{1/2} Jx15	D=719±1% (B=229) R=323±1% Q=920(P=3,5) V=180	11,5	14,0 ЛБ-17-3114010	Легковые и/м повышенной проходимости	ТУ 2521-004- 00148990-99	xx/5 -45°C +55°C	Нк
235/75R15	Форвард 131	Унив. 105 252130	6 ^{1/2} J-15 6J-15, 7J-15	D=734±1,5% (B=235) R=328±1,5% Q=805(P=2,1) V=180	12,0	19,9 ЛБ-17-3114010	Легковые и/м повышенной проходимости	ТУ 38.306-061-99	xx/5 -45°C +55°C	Бр
235/75R15	БС-3	Унив. 105 252130	6 ^{1/2} J 6J, 7J, 5J, 8J	D=733±1,5% (B=235) R=328±1,5% Q=775(P=2,0) V=180	11,0	16,0 ЛБ-17-3114010	УАЗ-452, 31512, 31514, 31517 и их модификации	ТУ 38.304-073-2004	xx/5 -45°C +55°C	Бр
235/75R15	VS-5	Унив. 105 252130	6 ^{1/2} J 6J, 6L, 7J 7 ^{1/2} J, 8J	D=733±1% (B=235) R=328±1% Q=925(P=2,5) V=190	12,0	18,5 ЛК-35-16,5	УАЗ-31512, 31514, легко- вые и/м повышенной про- ходимости	ТУ 38.304-04-62-98	xx/5 -45°C +55°C	Вл
235/75R15	К-171	Весес. 105 252130	6,0Jx15 -	D=733±1% (B=235) R=328±1% Q=805(P=2,1) V=180	11,0	17,0 ЛБ-17-3114010	Иномарки типа «Chevrolet»	ТУ 2521-107- 00148961	30000/5 -45°C +55°C	К
235/75R15	И-520 Пилатрим	Весес. 105 252132	6 ^{1/2} Jx15 6Jx15 6Lx15	D=742±1% (B=234) R=333±1% Q=925(P=2,5) V=180	14,0	21,0 ЛБ-17-3114010 23,5 ЛК-35-11,7	Легковые и/м повышенной проходимости	ТУ 38.604-11-61-96	xx/5 -45°C +55°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
235/75R15	Я-555	Унив. 105 252130	6/1J 6J, 7J, 7 1/2J, 8J	D=733±1,5% (B=235) R=330±1% Q=805(P=2,1) V=180	10,5	21,0 ЛК-35-11,7	УАЗ и их аналоги	ТУ 38.304-14-127- 2002	хх/5 -45°C +55°C	Я
235/75R15	Я-569	Пов. прох. 105 252130	6/1J 6J, 7J, 7 1/2J, 8J	D=738±1,5% (B=235) R=332±1% Q=805(P=2,1) V=160	13,0	20,0 ЛК-35-11,7	УАЗ и их аналоги	ТУ 38.304-14-127- 2002	хх/5 -45°C +55°C	Я
175/80R16	ВаН-10	Весел. 88 252130	5J	D=686±1% (B=178) R=315±1% Q=505(P=2,0) V=160	8,0	13,2 ЛК-35-16,5	ВАЗ-2121, 21213 и их модификации	ГОСТ 4754	хх/5 -45°C +55°C	Бр
175/80R16	И-511	Весел. 88 252131	5Jx16 5 1/2Jx16 6Jx16	D=686±1% (B=178) R=315±1% Q=560(P=2,5) V=180	9,5	13,0 ЛК-35-11,7	ВАЗ-21213	ТУ 38.604-11-56-96	хх/5 -45°C +55°C	Нк
175/80R16	Я-457	Весел. 88 252130	5J 5 1/2J	D=686±1,5% (B=178) R=315±1,5% Q=505(P=2,0) V=160 V _{max} =130	9,0	13,0 ЛК-35-11,7	ВАЗ-2121	ТУ 38.304-14- 321-97	хх/5 -45°C +55°C	Я
185/75R16	Ва-53	Весел. 92 252130	5J 5 1/2J 6J	D=684±0,6% (B=182) R=315±3% Q=630(P=2,5) V=160	10,0	13,0 ЛК-35-16,5	ВАЗ-2121, 21213 и их модификации	ТУ 38.304-04-114- 2002	хх/5 -45°C +55°C	Ва
185/75R16	К-156-1	Весел. 92 252130	5J 6J	D=684±1,5% (B=184) R=316±1,5% Q=630(P=2,6) V=160	12,0	12,0 ЛК-35-16,1	ВАЗ-2121	ТУ 2521-092- 00148961	4500/5 -45°C +55°C	К
185/75R16	Кама-518	Зим. 95 252131	5J 5 1/2J 4 1/2J, 6J	D=684±1,5% (B=184) R=313±1,5% Q=690(P=2,5) V=190	8,0	13,7 ЛК-35-16,5 11,5 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2121, 21213, 2123 и их модификации	ТУ 2521-080- 00148990-2004	хх/5 -45°C +10°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
185/75R16	Кама-232	Весел. 95 252131	5J 5 1/2J 4 1/2J, 6J	D=684±1,5% (B=184) R=309±1,5% Q=690(P=2,5) V=190	8,5	13,7 ЛК-35-16,5 ЛБ-17-3114010	ВАЗ-2121, 21213, 2123 и их модификации	ТУ 2521-086- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
205/55R16	Кама- EURO-225	Весел. 90 252131	6 1/2J 5 1/2J, 6J, 7 1/2J	D=634±1% (B=214) R=292±1% Q=600(P=2,6) V=240	8,0	10,3 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-16,5	Легковые а/м при со- блюдении скоростных и нагрузочных характери- стик, соответствующих этой шине	ТУ 2521-073- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
205/70R16	Кама-Flame	Зим. 91 252131	6Jx16 6 1/2Jx16 5 1/2Jx16, 7Jx16	D=687±1% (B=206) R=310±1% Q=615(P=2,5) V=160	13,5	14,0 ЛК-35-16,5	ВАЗ-212, 2131 и их мо- дификации	ТУ 2521-003- 00148990-98	xx/5 -45°C +10°C	Нк
215/65R16	К-196	Зим. 102 252130	6 1/2J —	D=689±1% (B=221) R=315±1% Q=760(P=3,0) V=160	9,0	16,0 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2217 «Соболь»	ТУ 2521-111- 00148961	30000/5 -45°C +10°C	К
215/65R16	К-181	Доп. 102 252130	6 1/2J —	D=686±1% (B=221) R=314±1% Q=760(P=3,0) V=190	9,0	16,0 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2217 «Соболь»	ТУ 2521-098- 00148961	30000/5 -45°C +55°C	К
215/65R16	Кама-214	Весел. 102 252131	6 1/2J 7J 7 1/2J, 6J	D=686±1% (B=221) R=314±1% Q=850(P=3,5) V=160	9,0	13,0 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2217 «Соболь»	ТУ 2521-036-00148- 990-2001	xx/5 -45°C +55°C	Нк
215/65R16	Кама-515	Зим. 102 252131	6 1/2J 7J 6J, 7 1/2J	D=686±1% (B=221) R=314±1% Q=850(P=3,6) V=160	9,0	14,0 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2217 «Соболь»	ТУ 2521-047-00148- 990-2000	xx/5 -45°C +10°C	Нк
215/70R16	Кама-235	Весел. 99 252131	6J 7J, 5J, 6J, 7J	D=708±1% (B=221) R=344±1% Q=775(P=2,5) V=210	9,0	13,5 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	Легковые а/м повышенной проходимости	ТУ 2521-091- 00148990-2004	xx/5 -45°C +55°C	Нк
225R16	К-151	Пов. прох. 106 252130	6J —	D=774±1,5% (B=223) R=356±1,5% Q=950 (P=3,0) V=140	13,0	20,0 ЛК-35-11,7	УАЗ и легковые а/м по- вышенной проходимости	ТУ 2521-105- 00148961	30000/5 -45°C +55°C	К
225/60R16	Кама-106	Доп. 102 252131	6 1/2Jx16 7Jx16, 6Jx16, 7 1/2Jx16 8Jx16	D=676±1% (B=228) R=309±1% Q=850(P=3,4) V=160	9,0	14,0 ЛБ-17-3114010 ЛК-35-11,7	ГАЗ-2217 «Соболь»	ТУ 2521-022- 00148990-99	xx/5 -45°C +55°C	Нк

Продолжение приложения 10.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
235/70R16	Кама-211	Весел. 109 252131	7/Ј 6/Ј, 6Ј, 8Ј, 8/Ј	D=736±1% (B=238) R=332±1% Q=1030(P=3,1) V=180	10,5	18,0 ЛБ-17-3114010 20,2 ЛК-35-11,7	УАЗ для перевозки пассажиров и 0/м повышенной проходимости	ТУ 2521-062-00148990-2003	хх/5 -45°C +55°C	Нк
225/75R16	Форвард-121М	Унив. 108 252130	6Ј 6/Ј, 7Ј	D=744±1,5% (B=223) R=395±1,5% Q=770(P=2,2) V=160	12,0	19,8 ЛК-35-16,5	УАЗ-3160	ТУ 38.304-070-2004	хх/5 -45°C +55°C	Бр
225/75R16	Я-435А	Унив. 103 252130	6Ј 6/Ј, 7Ј	D=750±1% (B=223) R=345±1% Q=775(P=2,4) V=150	12,0	20,0 ЛК-35-11,7	УАЗ	ТУ 38.304-14-17-98	хх/5 -45°C +55°C	Я
245/70R16	К-214	Весел. 107 252130	7Ј -	D=745±1% (B=248) R=338±1% Q=840(P=2,5) V=180	9,0	17,0 ЛБ-17-3114010	УАЗ	ТУ 2521-139-00148961	30000/5 -45°C +55°C	К
275/70R16	Кама-222	Весел. 114 252131	8Ј 8/Ј, 7Ј, 7/Ј 9Ј, 9/Ј, 10Ј	D=792±1% (B=279) R=357±1% Q=1180(P=2,5) V=210	9,0	20,0 ЛБ-17-3114010	Легковые а/м повышенной проходимости и их аналоги	ТУ 2521-060-00148-990-2003	хх/5 -45°C +55°C	Нк
275/70R16	Кама-555	Весел. 114 252131	8Ј 8/Ј, 7Ј, 7/Ј 9Ј, 9/Ј, 10Ј	D=792±1% (B=279) R=357±1% Q=1180(P=2,5) V=160	11,0	21,0 ЛБ-17-3114010	Легковые а/м повышенной проходимости и их аналоги	ТУ 2521-061-00148990-2002	хх/5 -45°C +55°C	Нк
225/75R16	Кама-219	Весел. 104 252131	6Ј 7Ј, 7/Ј, 6/Ј	D=744±1% (B=223) R=339±1% Q=900(P=3,0) V=170	10,5	16,5 ЛБ-17-3114010 18,0 ЛК-35-11,7	УАЗ и их аналоги	ТУ 2521-058-00148990-2003	хх/5 -45°C +55°C	Нк

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЁННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Наименование предприятий:

- В** - Общество с ограниченной ответственностью «Амтел - Черноземье» (г. Воронеж)
- Вл** - Открытое акционерное общество «ВОЛТАЙР-ПРОМ»
- Кя** - Закрытое акционерное общество «Красный Яр-ШИН»
- К** - Открытое акционерное общество «Шинный комплекс» Амтел-Поволжье (г. Киров)
- Я** - Открытое акционерное общество «Ярославский шинный завод»
- Бр** - Открытое акционерное общество «Барнаульский шинный завод» (ОАО «Алтайский шинный комбинат»)
- Нк** - Открытое акционерное общество «Нижекамскшин»
- У** - Открытое акционерное общество «Уралшин»

Тип рисунка протектора: **Зим.** - зимний; **Зим. ошип.** - зимний, ошипованный; **Дор.** - дорожный; **Унив.** - универсальный; **Пов. пр.** - повышенной проходимости; **Всесез.** - всесезонный.

Тип вентиля: **ЛК** - с обрешиненным корпусом для камерных шин легковых автомобилей, мотоциклов, тракторов и с/х машин, длина вентиля - 35 мм (ГОСТ 8107-75); **ЛБ** - с обрешиненным корпусом для бескамерных шин легковых автомобилей, длина вентиля - 43-62 мм (ГОСТ 8107-75); **УБ** - универсальный с металлическим основанием для бескамерных шин легковых и грузовых автомобилей и арочных шин, длина вентиля - 35-43 мм (ГОСТ 8107-75).

Обозначение ободьев:

а) ободья для пневматических шин (ОСТ 37.001.428-86), например, 5Jx15H,

где: **5** - условное обозначение номинальной ширины обода (**мм**); **J** - условное обозначение формы бортовой закраины обода;
x - условное обозначение неразъемного обода; **15** - условное обозначение номинального диаметра обода (мм); **H** - условное обозначение допустимого исполнения профиля обода.

Например, W8x32, где: **W** - условное обозначение вида обода;

б) разъемные ободья (ГОСТ 10409-74), например, 5,0-20,

где: **5,0** - условное обозначение профиля обода; **«-«** - условное обозначение разъемного обода; **20** - условное обозначение номинального диаметра обода.

Код ОКП - код Общероссийской классификации продукции: например, 252130,

где: **25** - резинотехника; **21** - шины; **3** - легковые шины; шестой знак **0** - любые легковые шины или **1, 2** и др. - индексы **изготовителя шины.**

**Соответствие ширины профиля шины
посадочным размерам обода колеса**

5,0x13	<u>145-185</u>	<u>155-185</u>	<u>145-185</u>	<u>165-185</u>	<u>175-185</u>	<u>175-195</u> 1
5,5x13	<u>155-185</u>	155-205	<u>155-205</u>	<u>165-205</u>	<u>175-205</u>	<u>175-205</u>
6,0x13	<u>175-195</u>	<u>165-225</u>	<u>165-205</u>	<u>165-225</u>	<u>175-195</u>	<u>175-205</u>
5,5x14	<u>165-205</u>	<u>155-205</u>	<u>155-205</u>	<u>165-205</u>	<u>185-205</u>	<u>195-205</u>
6,0x14	<u>175-224</u>	<u>165-225</u>	<u>175-225</u>	<u>165-225</u>	<u>205-225</u>	<u>195-205</u>
6,5x14	<u>195-225</u>	<u>185-235</u>	<u>185-235</u>	<u>185-235</u>	<u>205-225</u>	<u>205-245</u>
7,0x14	<u>205-235</u>	<u>195-245</u>	<u>195-235</u>	<u>195-255</u>	<u>205-255</u>	<u>205-265</u>
5,5x15	<u>165-215</u>	<u>155-205</u>	<u>175-205</u>	<u>165-205</u>	<u>185-205</u>	<u>195-205</u>
6,0x15	<u>175-235</u>	<u>155-225</u>	<u>175-215</u>	<u>165-225</u>	<u>185-225</u>	<u>195-225</u>
7,0x15	<u>205-235</u>	<u>195-245</u>	<u>195-225</u>	<u>195-225</u>	<u>215-255</u>	<u>195-265</u>

Значения ширины профиля шины B (см. рис. 6.11) и ширины обода колеса b (см. рис. 9.2) в общем виде связаны между собой соотношением: $b = B$ (0,70—0,75). Допускается отклонение ширины обода колеса от указанной расчётной величины в сторону увеличения до 1 дюйма, уменьшения — до 0,5 дюйма.

Однако в каждом конкретном случае следует придерживаться рекомендаций изготовителя автомобиля по выбору колёс и шин, изложенных в руководстве по эксплуатации этого автомобиля. В любом случае применяемые шины должны строго соответствовать установленным производителем автомобиля параметрам: геометрическим размерам, несущей способности и максимальной скорости.

Список использованной литературы и информационных материалов

1. *Бухин Б.Л.* Введение в механику пневматических шин. М.: Химия, 1988, 224 с.
2. *Бакфиш К.П., Хайнц Д.С.* Новая книга о шинах. М.: АСТ и Астрель, 2003, 304 с.
3. *Вольное А.А., Евзович В.Е., Райбман П.Г.* Мир шин. 2008. № 12. С. 22-29.
4. *Вольное А.А., Евзович В.Е., Райбман П.Г.* Мир шин. 2009. № 2. С. 11–18.
5. *Вострокнутов Е.Г., Каменский Б.З., Евзович В.Е., Кривунченко Л.Н.* Восстановительный ремонт шин. М.: Химия, 1974, 392 с.
6. *Гуслицер Р.Л.* Шина и автомобиль. М.: НТЦ НИИШП, 2007, 287 с.
7. *Евзович В.Е.* Восстановление изношенных пневматических шин. М.: Автополис-плюс, 2005, 623 с.
8. *Евзович В.Е., Шаров Н.И.* Мир шин. 2008. № 11. С. 31–35.
9. *Евзович В.Е., Стручков А.В.* Мир шин. 2006. № 10. С. 49-58.
10. Европейский Союз, Пресс-релиз RAPID, МЕМО/08/698, Brussels, 13 November 2008.
11. *Ладыгин А.М.* Колеса и шины (Краткий справочник). М.: Изд. «За рулём», 2006, 160 с.
12. Правила эксплуатации автомобильных шин, АЭ 001-04. М.: 2004, 85 с.
13. *Тарновский В.Н., Гудков В.А., Третьяков О.Б.* Автомобильные шины. М.: Транспорт, 1990, 272 с.
14. *Третьяков О.Б., Гудков В.А., Вольное А.А., Тарновский В.Н.* Автомобильные шины. М.: КолосС; Химия, 2007. С. 145-146, 423.
15. *Цукерберг СМ.* и др. Пневматические шины. М.: Химия, 1973. С. 108, 264.
16. *Чудаков Е.А.* Теория автомобиля. Машгиз, 1953.
17. *Backfisch К.Р.* Das Grosse Reifenbuch. Hell, 2006, 272 с.
18. *Jensen Christopher.* Michelin Giving Up on PAX Run-Flat Tire // The New York Times. 2008. 20 Apr.
19. *Jensen Christopher.* Run-Flat Tires: Are They Solving a Problem or Creating Several? 2007. 11 Marsh.
20. *Kanter James.* Efficiency Labeling for Tires in Europe // The New York Times. 2008. 14 Nov.
21. *Saito Y.* Kautschuk+Gummi Kunststoffe. 1986. Bd.39. № 1. S. 30-32.
22. Tout sure le pneu. Michelin. 2002.
23. <http://www.bridgestoneamericas.com/news/indexenvironews.asp?id=2006/060808a> Вэб-сайт компании Bridgestone Firestone North American Tire, LLC, Нэшвилл, США. Опубликовано 8 августа 2006 года.
24. <http://www.eere.energy.gov>. Вэб-сайт U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy. Опубликовано в 2008 году.
25. <http://insideracingtechnology.com/tirebkexerpt2.htm>

Содержание

Предисловие.....	3
1. Обзор рынка пневматических шин.....	5
1.1. Мировые тенденции развития рынка шин.....	5
1.2. Шинный рынок России.....	8
2. Назначение пневматических шин.....	10
3. Классификация шин.....	15
3.1. Легковые шины.....	16
3.2. Легкогрузовые (коммерческие) шины.....	16
3.3. Грузовые и автобусные шины.....	16
3.4. Грузовые внедорожные шины.....	17
3.5. Крупногабаритные шины.....	17
3.6. Сверхкрупногабаритные шины.....	17
3.7. Шины специального назначения.....	18
3.8. Шины высшего класса.....	18
3.9. Безопасные шины.....	18
3.10. Спортивные шины или шины для гоночных автомобилей.....	20
3.11. Запасные шины.....	21
3.12. «Умные шины».....	22
3.13. Другие шины.....	22
4. Устройство пневматической шины.....	24
4.1. Покрышка.....	26
4.2. Камера.....	26
4.3. Резиновая ободная лента.....	26
4.4. Каркас.....	27
4.5. Брекер.....	27
4.6. Протектор.....	28
4.7. Конструкция рисунка протектора.....	29
4.7.1. Особенности конструкции рисунка протектора легковых шин.....	29
4.7.2. Особенности конструкции рисунка протектора грузовых шин.....	35
4.8. Боковина.....	36
4.9. Борт.....	36
4.10. Внутренний (герметизирующий) слой.....	37
5. Материалы и технология производства шин.....	37
5.1. Резина.....	38
5.2. Текстильный корд и ткани.....	39
5.3. Металлокорд.....	40
5.4. Металлическая проволока.....	41
5.5. Технологический процесс шинного производства.....	41

6. Особенности шин разных конструкций	41
6.1. <i>Диагональные и радиальные шины</i>	42
6.2. <i>Комбинированные и целиком металлокордные (ЦМК) шины радиальной конструкции</i>	44
6.3. <i>Особенности формы профиля шин</i>	49
7. Основные эксплуатационные характеристики шин, требования к их эксплуатации	53
7.1. <i>Сопротивление качению</i>	53
7.2. <i>Максимальная скорость</i>	58
7.3. <i>Грузоподъемность шины</i>	60
7.4. <i>Давление воздуха в шинах</i>	62
7.5. <i>Сцепление шины с дорогой</i>	65
7.6. <i>Аквапланирование</i>	72
7.7. <i>Нормы допустимого износа протектора</i>	75
7.8. <i>Силовая неоднородность. Углы установки колес</i>	78
7.9. <i>Шумообразование</i>	80
7.10. <i>Ресурс и полный ресурс шины</i>	82
7.11. <i>Эффективный ресурс. Экономическая эффективность шин</i>	83
7.12. <i>Оценка качества шин</i>	84
8. Маркировка шин	88
8.1. <i>Обязательные сведения в маркировке шин</i>	88
8.2. <i>Дополнительные сведения в маркировке шин</i>	90
9. Автомобильные колеса	91
9.1. <i>Классификация колес</i>	91
9.2. <i>Конструкция колеса пневматической шины</i>	92
9.3. <i>Материалы для изготовления колес</i>	100
9.4. <i>Маркировка колес</i>	103
10. Приложения	106
<i>Приложение 10.1. Обозначения шин</i>	106
<i>Приложение 10.2. Индекс несущей способности (ИНС) (грузоподъемности) пневматических шин</i>	108
<i>Приложение 10.3. Индекс категории скорости пневматических шин</i>	109
<i>Приложение 10.4. Взаимозаменяемость шин (рекомендации фирмы Firestone)</i>	ПО
<i>Приложение 10.5. Примеры маркировки шин (надписей на боковине шин)</i>	ИЗ
<i>Приложение 10.6. Технические характеристики радиальных шин легковых автомобилей массового ассортимента, выпускаемых предприятиями Российской Федерации</i>	119
<i>Приложение 10.7. Соответствие ширины профиля шины посадочным размерам обода колеса</i>	140
Список использованной литературы и информационных материалов...	141

ОПЕЧАТКИ				
Страница	Абзац	Строка	Напечатано	Надо
14	Рис.2.3.	верхняя схема нижняя схема		а б
14	Рис.2.3. нижняя схема б	Потери в двигателе	9%	69%
29	2	4	до10-15%	на 10-15%
33	1	10	(рис.4.8, з)	(рис.4.8 в, з)
44	Табл.6.1	Нижняя строка первый столбец	.каркаса для шин с металлокордным брекером	каркаса
54	4	1	Рк - сила сопротивления движению	Рк - сила сопротивления качению
54	5	14	желтым цветом..	оранжевым цветом..
55	Рис.7.2	Подрисовочная надпись	легковой ЦМК шины	.легковой шины
59	1	2	доZ	доУ
77	Рис.7.30	Диаграмма. Зона В, правая граница	3.5 мм	3.0 мм
81	4	Последняя строка	(см.рис.7.41)	(см.рис.7.40)
84	3	2	к 1 км. её пробега	к её грузоподъёмности и пробегу.
91	сноска		См.пояснения параграфа 1.1	См. пояснения на стр.4
105	5,синий фон, п.2	1,2	с большим значением DIA посадочного отверстия..	„с DIA большим, чем посадочный диаметр ступицы..
112	Примечание	4	колонки 2	колонки 3

Научно-популярное издание

Автомобильные шины, диски и ободья

Ответственный за выпуск *Котляр В. В.*

Редактор *Осипов В.К*

Верстка *Кильдишева Н.А.*

Корректор *Михневич И.В.*

Обработка иллюстраций *Ганкина М.А.*

Сдано в набор 21.01.2009 г. Подписано в печать 24.12.2010 г.

Формат 60х90/16.

Гарнитура Newton. Печать офсетная. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 9.

Тираж 1000 экз. Зак. 2509

ООО «Компания «Автополис-плюс»

125480, г. Москва, ул. Героев Панфиловцев, 24.

Тел./ Факс (495) 496-85-70, 981-08-32. Тел. (495) 496-67-66

ООО «Научно-технический центр «НИИШП»

105118, г. Москва, ул. Буракова, 27

Тел./факс (495) 603-90-97. Тел. (495) 603-91-10