



МГТУ «МАМИ»

ШИНЫ И КОЛЕСА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

А.В. ОСТРЕЦОВ
П.А. КРАСАВИН
В.В. ВОРОНИН

Учебное пособие

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ « МАМИ »**

**А.В. Острецов,
П.А. Красавин,
В.В. Воронин**

ШИНЫ И КОЛЕСА

ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ

Учебное пособие

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно – технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности «Автомобиле – и тракторостроение»

Москва – 2011

УДК 629.113.012.5
+ 629.113.012.3

Острецов А.В., Красавин П.А., Воронин В.В. Шины и колеса для автомобилей и тракторов: Учебное пособие по дисциплине «Конструкция автомобиля и трактора» для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 (150100) «Автомобиле – и тракторостроение». – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 85 с.

В учебном пособии изложены особенности конструкции шин и колес для автомобилей и тракторов, предъявляемые к шинам и колесам требования, классификация и обозначения. Даны назначение и принцип работы системы регулирования давления воздуха в шинах. Рассмотрены перспективные разработки в области создания безопасных и боестойких шин.

Приведен порядок выбора шин и колес для колесных машин.

Рецензенты: Зав. кафедрой «Колесные и гусеничные машины» МГТУ «МАМИ», Засл. деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. ШАРИПОВ В.М.; Главный научный сотрудник 21 НИИИ МО РФ, д-р техн. наук, проф. АБРАМОВ В.Н.

© ОСТРЕЦОВ А.В., КРАСАВИН П.А., ВОРОНИН В.В., 2011

© Издательство МГТУ «МАМИ», 2011

Содержание

Введение	4
1. Шины для автомобилей и тракторов	7
1.1. Требования, предъявляемые к шинам	7
1.2. Классификация шин	9
1.3. Обозначения и маркировка шин	14
1.4. Конструкция шин	20
1.4.1. Диагональные и радиальные шины	23
1.4.2. Камерные и бескамерные шины	27
1.4.3. Шины обычного профиля и широкопрофильные	30
1.4.4. Арочные шины	33
1.4.5. Пневмокаты	35
1.4.6. Шины для Военной автомобильной техники	36
1.5. Системы регулирования давления воздуха в шинах	38
1.6. Разработка безопасных и боестойких шин	41
1.7. Выбор шин	52
2. Колеса для автомобилей и тракторов	55
2.1. Требования, предъявляемые к колесам	55
2.2. Классификация колес	57
2.3. Конструкции колес	58
2.3.1. Дисковые колеса	58
2.3.2. Бездисковые колеса	66
2.3.3. Колеса для специальных колесных машин	68
2.4. Материалы и технология изготовления колес	69
2.5. Обозначения колес	73
2.6. Способы крепления и центрирования колес	74
Список литературы	81
Приложение	83

Введение

Шины являются важнейшим элементом любой колесной машины. Взаимодействуя с различными опорными поверхностями, шины оказывают существенное влияние на большинство эксплуатационных свойств колесной машины: безопасность движения, тягово-скоростные свойства, профильную и опорную проходимость, устойчивость и управляемость, комфортабельность, плавность хода, топливную экономичность.

Это влияние соизмеримо с влиянием силового агрегата, трансмиссии и других составных частей колесной машины. Вместе с колесами шины выполняют опорные функции и функции преобразования вращательного движения колес в поступательное движение колесной машины, и все процессы, происходящие в агрегатах и узлах машины и направленные на осуществление ее движения, завершаются и реализуются в контакте шин с опорной поверхностью (рисунок 1).

Безопасность движения подразумевает сохранение способности управляемого движения колесной машины и предотвращение или предупреждение нежелательных последствий опасных ситуаций, возникающих при движении. В настоящее время на большинство колесных машин устанавливаются пневматические шины, работоспособность которых обеспечивается за счет избыточного давления воздуха внутри них. При сквозных повреждениях шины происходит частичная или полная потеря давления воздуха в ней, что увеличивает сопротивление качению, вызывает ее разогрев и разрушение и приводит к невозможности дальнейшего движения колесной машины без замены колеса, а при движении с большой скоростью – к потере управляемости и дорожно-транспортному происшествию.

Разработка безопасных и боестойких шин, позволяющих колесной машине после повреждения шины определенное время сохранять возможность безопасного передвижения, является одним из основных направлений повышения ее подвижности, а для армейской машины – и живучести

(возможности выполнения поставленной задачи при воздействии внешних окружающих факторов).

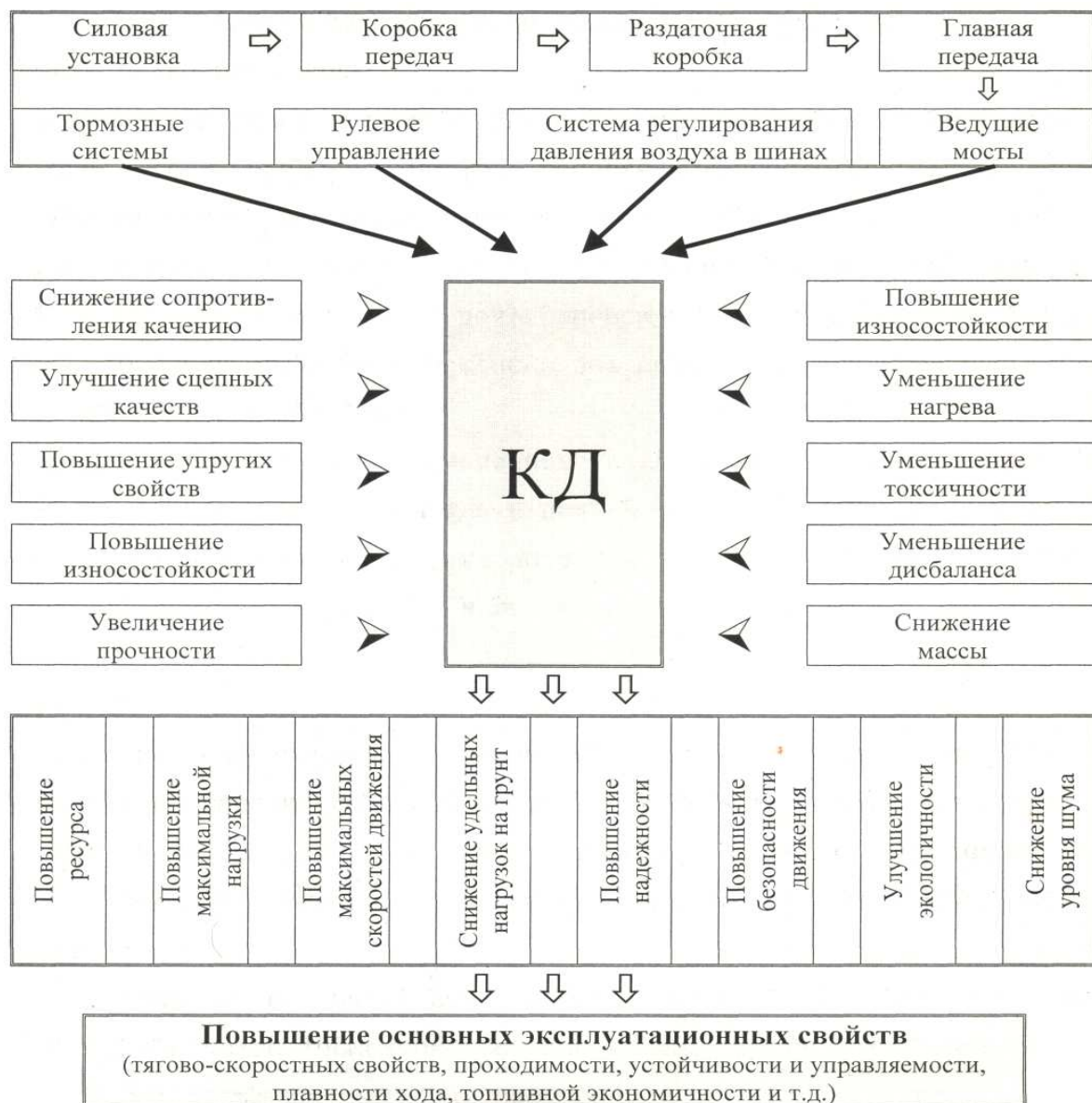


Рисунок 1 – Обобщенная схема повышения эффективности колесного движителя, его взаимосвязи с составными частями колесной машины и влияния на её основные эксплуатационные свойства

Правильный выбор шин непосредственным образом влияет на тягово-скоростные свойства колесной машины (динамику разгона, максимальную скорость, среднюю скорость движения по дорогам различного состояния), которые, в первую очередь, зависят от мощности двигателя и особенностей ее передачи к ведущим колесам. Максимальная скорость, как правило, ограничивается тепловой нагруженностью шин. Общеизвестно [1, 7, 9 – 11], что

одним из решающих факторов, влияющих на достижение максимальной скорости и степень нагрева шин, является сопротивление их качению. Величины же сопротивления качению непосредственно зависят от конструкции шин и их удельной нагруженности.

Топливная экономичность колесной машины определяется величиной (коэффициентом) сопротивления ее движению, значительную часть которого составляет сопротивление качению шин. По оценкам специалистов [9] применительно к современным автомобилям с поршневыми двигателями снижение коэффициента сопротивления качению на 0,001 (4...10 %) наиболее характерной его абсолютной величины, соответствующей качению по дорогам с твердым покрытием, эквивалентно уменьшению расхода топлива двигателем на тонну массы автомобиля в среднем на 0,08...0,20 л/100 км.

Также, прежде всего от правильного выбора шин, зависит одно из основных эксплуатационных свойств колесных машин – подвижность, которая характеризуется, кроме упомянутых выше тягово-скоростных свойств, опорной и профильной проходимостью, устойчивостью и управляемостью, маневренностью и др. Главной составляющей, ограничивающей подвижность армейских колесных машин, является опорная проходимость. Ее уровень определяется соответствием нагрузочных, размерных, жесткостных показателей шин, рисунка и конструкции их протектора физико-механическим характеристикам деформируемых грунтов различного состояния и снежной целины.

Кроме того, шины являются трудоемкой и дорогостоящей продукцией. Стоимость комплекта шин для грузового автомобиля составляет около 25 % от его первоначальной стоимости, а в процессе эксплуатации автомобиля на них приходится 10...15 % эксплуатационных расходов [1].

Все это предопределяет важность правильного выбора шин, от чего зависит и безопасность, и хорошие эксплуатационные свойства автомобиля.

1. Шины для автомобилей и тракторов

1.1. Требования, предъявляемые к шинам

В данном разделе приведены требования, предъявляемые к шинам с избыточным внутренним давлением воздуха.

1.1.1. Общие требования:

- безопасность (в отношении самой шины и в отношении движения автомобиля);
- легкость и прочность конструкции;
- экономичность: низкая стоимость; малое сопротивление качению (низкие гистерезисные потери); высокая износостойкость; достаточная глубина рисунка протектора; длительный срок службы (ресурс); возможность восстановления протектора шины;
- технологичность изготовления;
- экологичность эксплуатации.

1.1.2. Специальные требования:

- хорошее сцепление с твердой опорной поверхностью, позволяющее снизить буксование и юз колес при передаче тяговых, тормозных и боковых сил (обеспечение устойчивости движения колесной машины);
- надежная посадка бортов шины на полки обода и обеспечение нераскрытия стыков между бортами шины и закраинами обода;
- низкая температура разогрева, определяемая конструкцией каркаса и типом материала каркаса и брекера;
- возможность продолжительного движения с максимальной скоростью, соответствующей индексу скорости (скоростная прочность);
- восприятие усилий, возникающих при криволинейном движении колесной машины (обеспечение хороших показателей управляемости);
- малое сопротивление повороту колеса;
- стойкость к механическим повреждениям;
- сопротивляемость повреждению боковин радиальных шин;

- легкость монтажа и демонтажа;
- возможность длительной работы с цепями противоскольжения.

1.1.3. Дополнительные требования к шинам для легковых автомобилей:

- малая склонность к аквапланированию;
- пригодность к эксплуатации в зимний период;
- хорошие амортизирующие свойства, способствующие повышению плавности хода автомобиля;
- низкий уровень шума, особенно при высоких скоростях движения;
- отсутствие «визга» при разгонах, торможениях и поворотах автомобиля.

1.1.4. Дополнительные требования к шинам с рисунком протектора повышенной проходимости:

- высокие тягово-сцепные свойства;
- низкое удельное давление на опорную поверхность, что обуславливает высокую проходимость колесной машины;
- хорошая самоочищаемость протектора при движении по размокшим связным и липким грунтам (глина, суглинок, чернозем).

1.1.5. Дополнительные требования к шинам для Военной автомобильной техники:

- должны быть обеспечены: работоспособность шин в неповрежденном состоянии при изменении внутреннего давления воздуха от номинального до минимально допустимого; заданный уровень проходимости автомобиля по всем видам дорог и местности; высокая скорость (до 100 км/ч) на дорогах с твердым покрытием;
- приведенная удельная нагруженность шин регулируемого давления по объему, являющаяся качественным показателем уровня опорной проходимости колесной машины, не должна превышать 8,0 и 7,0 т/м³ для радиальных и диагональных шин, соответственно;
- шины должны оставаться работоспособными в движении при их механических (проколах) и других видах сквозных повреждений при

обеспечении соответствующего соотношения между величиной внутреннего давления воздуха в них и скоростью движения автомобиля;

- шины должны обеспечивать сохранение подвижности автомобиля (пробег не менее 50 км со скоростью не менее 50 км/ч) при движении без избыточного внутреннего давления воздуха;

- шины должны изготавливаться из резиновых смесей, приспособленных к работе в диапазоне температур окружающего воздуха от минус 50⁰С до плюс 50⁰С;

- шины должны обеспечивать скрытность автомобиля от тепловой или ИК-заметности, которая определяется контрастом (по разнице температур) внешних элементов автомобиля и окружающей среды.

1.2. Классификация шин

1.2.1. По назначению:

- шины для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости;

- шины для грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов;

- шины для тракторов и прицепов к ним;

- специальные шины.

Ассортимент, технические условия, основные параметры и размеры шин для автомобилей регламентируются государственными стандартами:

- шины для легковых автомобилей, прицепов к ним, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости – ГОСТ 4754, 20993;

- шины для грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов – ГОСТ 5513, 12715, 8430;

- шины с регулируемым давлением – ГОСТ 13298, 24985;

- шины с регулируемым давлением для военной техники – ГОСТ РВ 52395.

1.2.2. По типу рисунка протектора (рисунок 1.1).

Тип рисунка протектора шин колесных машин в значительной степени зависит от их назначения и условий эксплуатации, а также климатических условий (времени года) и других факторов. В настоящее время не всегда возможно однозначно определить тип рисунка протектора определенной шины, так как в нем могут сочетаться несколько типов рисунков, например, зимняя шина с универсальным ненаправленным рисунком.

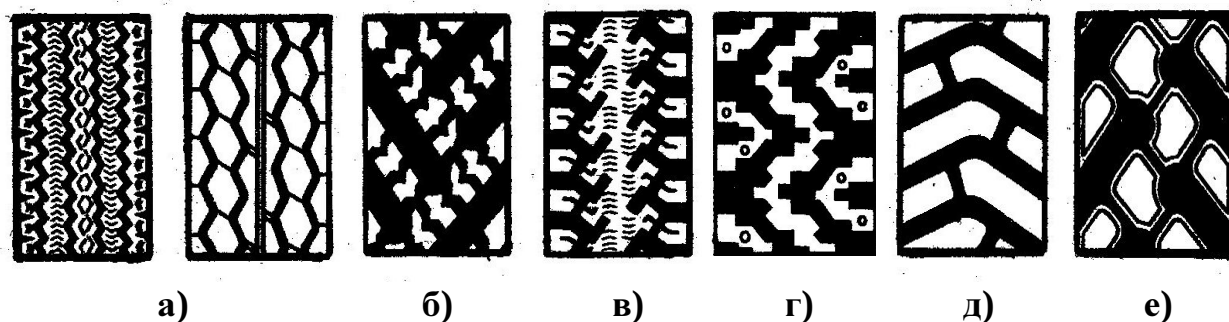


Рисунок 1.1 – Типы рисунков протектора:

**а – дорожный; б – универсальный направленный; в – универсальный ненаправленный;
г – зимний с шипами; д – карьерный;
е – повышенной проходимости**

Тем не менее, представляется целесообразным назвать основные типы рисунков протекторов шин:

- дорожный (летние шины) – для дорог I – III категорий по СНиП 2.05.02-85. Шины для эксплуатации в зимний период и на размокших грунтовых дорогах практически непригодны;

- универсальный (универсальные шины) – для дорог с твердым покрытием в летний и зимний периоды эксплуатации и сухих грунтовых дорог;

- всесезонный (всесезонные шины) – для дорог с твердым покрытием в летний и зимний периоды эксплуатации. Характеристики этих шин и шин с универсальным рисунком протектора практически идентичны;

- зимний (зимние шины) – для заснеженных и обледенелых дорог. Протектор шин с зимним рисунком изготавливают из специальной резины, меньше твердеющей при отрицательных значениях температуры окружающего воздуха, что обеспечивает улучшенное сцепление с дорогой. При этом, однако, снижается износостойкость и срок службы шин и повышается уровень шума;

- карьерный – для эксплуатации в карьерах на каменистых, щебеночных и гравийных опорных поверхностях. Рисунок протектора очень сильно расчлененный для того, чтобы отдельные камни не застревали в канавках протектора;

- повышенной проходимости – для бездорожья и деформируемых грунтов;

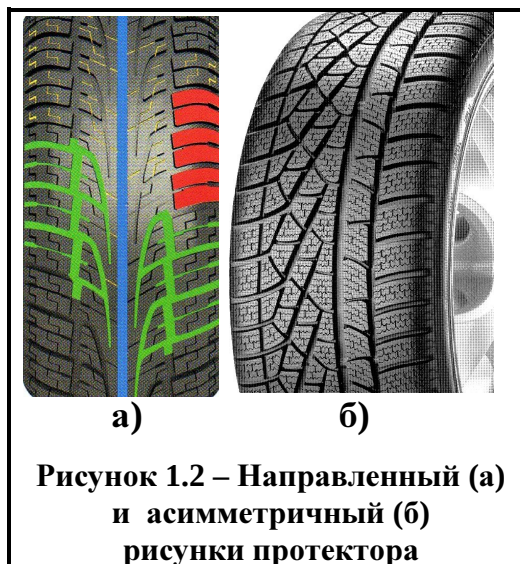
- ненаправленный – допускает любое направление вращения колеса. В настоящее время шины с этим рисунком выпускаются все реже;

- направленный (рисунок 1.2, а) – для размокших и заснеженных грунтовых дорог. Продольные и поперечные канавки расположены, как правило, симметрично относительно продольной плоскости шины, проходящей через середину протектора, и обеспечивают эффективный отвод воды и снежной взвеси из пятна контакта, хорошую самоочищаемость протектора и минимальный риск аквапланирования. Широкая центральная канавка способствует хорошей управляемости и курсовой устойчивости, а большое количество ламелей – улучшенному сцеплению шины с дорогой и снижению тормозного пути. Шины с таким рисунком менее шумные благодаря плечевым блокам специальной формы и различного размера. Однако их недостатком является то, что они требуют определенного направления вращения колеса (т.е. должны быть разные шины для левых и правых колес автомобиля);

- асимметричный (рисунок 1.2, б) – характерен несимметричным расположением дорожек протектора и продольных и поперечных дренажных канавок относительно продольной плоскости шины, проходящей через середину протектора. Это позволяет сочетать в одной шине разные свойства, например, наружную сторону выполняют с рисунком, обеспечивающим наилучшие сцепные свойства при криволинейном движении (в поворотах), а внутреннюю – при торможении.

Зимние шины с шипами противоскольжения применяются только на легковых автомобилях. Они обеспечивают существенное улучшение эксплуатационных свойств только на обледенелых и заснеженных укатанных дорогах:

- уменьшение тормозного пути в 2,0...2,5 раза;
- улучшение динамики разгона на 40 %;
- увеличение скорости прохождения поворотов, причем возникающий занос остается контролируемым.



Во всех остальных условиях эксплуатации легковых автомобилей наличие шипов снижает коэффициент сцепления шины с дорогой как в продольном, так и в поперечном направлениях. Кроме того, шипованные шины разрушают твердое дорожное покрытие. Для снижения этого отрицательного явления созданы шины с «плавающими» шипами, втягивающимися при соприкосновении с твердым дорожным покрытием.

Шипы производят металлическими или пластмассовыми. Они должны быть износостойкими, легкими, надежно держаться в шине и как можно меньше повреждать дорожное покрытие. Наиболее распространены одно – или двухфланцевые металлические шипы с прямоугольными вставками из твердого сплава. Их размеры должны соответствовать посадочным отверстиям в шине. Выступать над поверхностью шашки они должны в пределах от 1,0 до 1,5 мм.

1.2.3. По расположению нитей слоев корда в каркасе – с диагональным или радиальным их расположением (диагональные и радиальные шины, соответственно).

1.2.4. По способу герметизации внутреннего объема – камерные и бескамерные.

1.2.5. По форме профиля (отношению высоты к ширине шины, Н/В) (рисунок 1.3) – обычного профиля (тороидные, $H/B = 0,87...1,0$), широкопрофильные ($H/B = 0,50...0,85$), арочные ($H/B = 0,40...0,50$) и пневмокотки ($H/B = 0,25...0,40$).

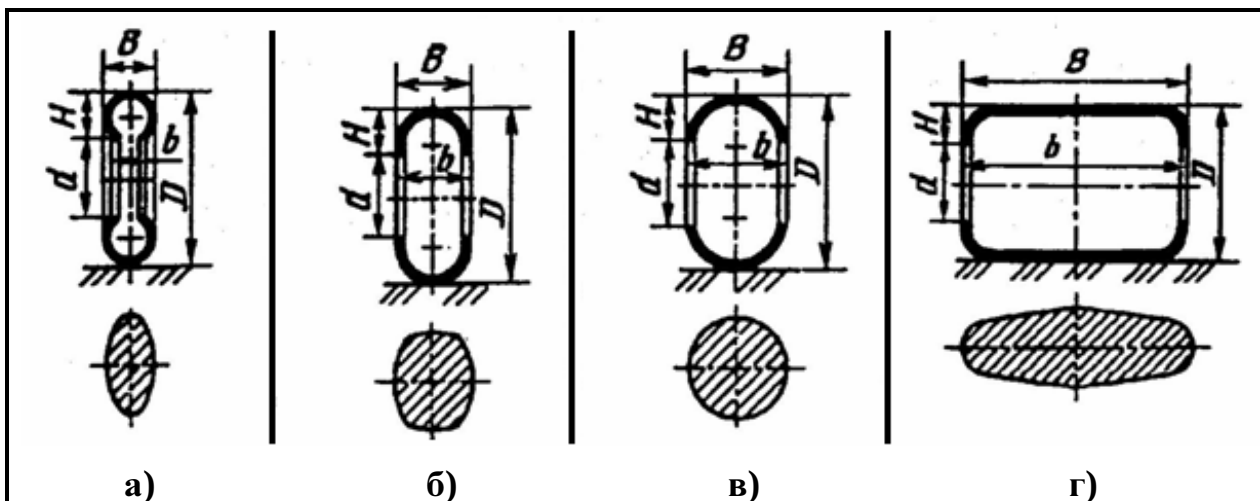


Рисунок 1.3 – Геометрические формы профиля шин и их отпечатки:

а – обычного профиля (тороидная); б – широкопрофильная; в – арочная; г – пневмокоток; D – наружный диаметр шины; B – ширина профиля шины; H – высота профиля шины; d – посадочный диаметр обода колеса; b – ширина обода колеса

Современные широкопрофильные шины подразделяются на низкопрофильные, $H/B = 0,70...0,80$ (или шины 70-й, 75-й и 80-й серий) и сверхнизкопрофильные, $H/B = 0,50...0,65$ (или шины 50-й, 55-й, 60-й и 65-й серий), а также шины с регулируемым давлением воздуха, $H/B = 0,70...0,85$.



Рис. 1.4.
Связь ширины
профиля B
и габаритной
ширины шины B_ш

Необходимо отметить, что ширина профиля шины B является чисто конструкционным ее размером, замеренным по гладким боковинам на новой ненакачанной шине. Габаритная же ширина шины B_ш (рисунок 1.4) учитывает толщину монтажных и декоративных поясков и надписей на номинального боковинах, увеличение размера при заполнении шины

воздухом до давления, а также зависит от ширины профиля обода. У шин для легковых автомобилей размер B_ш может превышать ширину профиля на величину до 6 %.

Шины для автомобилей «Формулы I» и «Формулы 3» имеют $H/B \approx 0,30...0,35$. Дальнейшее уменьшение этого отношения приводит к резкому ухудшению характеристик эластичности шин.

1.3. Обозначения и маркировка шин

Устанавливаемая стандартами различных стран маркировка шин наносится на их боковины и включает следующие обозначения, надписи и знаки:

- обозначение шины и ее модели;
- наименование страны – изготовителя на английском языке;
- обозначение стандарта, которому соответствует шина;
- индекс скорости;
- индекс нагрузки (индекс несущей способности (ИНС) или индекс грузоподъемности) – для автомобильных шин или норму слойности – для шин для тракторов и прицепов к ним;
- товарный знак и (или) наименование предприятия – изготовителя;
- дату изготовления;
- порядковый номер шины;
- надпись «**Radial**» или буквенный индекс «**R**» для радиальных шин;
- знак «**E**» в кружочке и число (условный номер европейской страны, выдавшей сертификат), и номер после кружочка – номер сертификата официального утверждения шины на соответствие Правилам № 30 ЕЭК ООН или знак «**DOT**» (знак соответствия шины американским стандартам безопасности);
- знак «» направления вращения или надпись «**Rotation**» – для шин с направленным рисунком протектора;
- надписи «**Tubeless**» или «**TL**» – для бескамерных шин. Для камерных шин могут быть нанесены надписи «**Tube Type**» или «**TT**»;
- надпись «**WINTER**» – для зимних шин;
- надпись «**Reinforced**» (Усиленная) – для шин повышенной грузоподъемности;
- надпись «**Regroovable**» – для шин, у которых возможно углубление рисунка протектора методом нарезки;
- надпись «**Retread**» – для восстановленных шин;

- показатели максимальной нагрузки (Max Load) в фунтах (LBS) и килограммах (кг) и соответствующего этой нагрузке внутреннего давления воздуха в шине (Max Press) в фунтах на квадратный дюйм (PSI) и килопаскалях (кПа) для шины в «холодном» состоянии (1 LBS = 0,4536 кгс; 1 PSI = 6,94 кПа). Как правило, эксплуатационная нагрузка и внутреннее давление в шине несколько меньше, чем ее максимальные возможности, то есть шина подбирается на автомобиль как бы с «запасом»;

- количество слоев и тип корда каркаса и брекера;

- обозначения «**M+S**» (Mud+Snow - грязь+снег) или «**M+S-E**» – для зимних шин без шипов или с шипами;

- обозначения «**AS**» (All-Seasons) или «**AW**» (Any Weather) – для всесезонных или всепогодных шин;

- обозначение «**R+W**» (Road + Winter) – для универсальных шин;

- надписи «**Side Facing Inwards**» или «**INSIDE**» и «**Side Facing Outwards**» или «**OUTSIDE**» – для шин с асимметричным рисунком протектора, которые обозначают, соответственно, внутреннюю и наружную стороны шины при её монтаже на обод колеса;

- надпись «**Steel**» указывает на использование металлокорда в брекере радиальных шин;

- надписи «**AT**» («All-Terrain») или «**MT**» («Mud-Terrain»), которые встречаются на шинах для внедорожных автомобилей. Первые называют вседорожными, вторые – грязевыми. Такие шины имеют более глубокий протектор, они более тяжелые, шумные и менее быстроходные;

- надпись «**Север**» – для морозостойких шин;

- знаки «**TWI**» (Tread Wear Indication) – места расположения индикаторов износа протектора (для шин, снабженных индикаторами износа). Это выступы, которые размещаются на дне канавок протектора равномерно по окружности шины в 6...8-ми местах. Как только такой выступ появляется на наружной поверхности беговой дорожки шины, протектор считается изношенным, и шина подлежит замене;

- балансировочную метку.

Обозначения тороидных радиальных и диагональных шин состоят из числовых показателей в дюймах ширины профиля покрышки В и посадочного диаметра обода d. Между числами у радиальных шин ставится буквенный индекс «R», а у диагональных – черточка «-», например: 12.00R20; 12R22,5 или 12.00-20.

Широкопрофильные шины (в том числе, низкопрофильные и сверхнизкопрофильные) имеют обозначение с числовым индексом серии. Это отношение Н/В в процентах, например: 215/70R15C, 200/60R365, 11/70R22,5, где первые числа – ширина профиля в миллиметрах или дюймах, вторые – индекс серии, третьи – посадочный диаметр обода в дюймах или миллиметрах; буква «C» («Commercial») – указывает на повышенную слойность каркаса шины (шина для легких грузовых автомобилей). Если в обозначении нет буквенного индекса «R», то шина диагональной конструкции, например: 500/70-20 (прежнее обозначение шины 1200x500-508, где числа условно соответствовали наружному диаметру D, ширине профиля В и посадочному диаметру обода d в миллиметрах).

Широкопрофильные шины по стандарту США могут иметь обозначение 31x10,5R15LT, состоящее из числовых показателей в дюймах: наружного диаметра (31), ширины профиля (10,5) и посадочного диаметра обода (15) и буквенного индекса «LT» или «P» (шины для легкого грузового или легкового автомобиля, соответственно)

Буквенный индекс «L» после первого числа в обозначениях шин для тракторов означает, что шина низкопрофильная, например: 6L-12 ($H/B \approx 0,53$).

Шины для легковых автомобилей, в обозначении которых отсутствует числовой индекс серии, имеют $H/B > 0,8$ и смешанное обозначение, например: 175R13 или 175-13/6.95-13, где 175 и 6.95 – ширина профиля в миллиметрах и дюймах, соответственно, 13 – посадочный диаметр в дюймах.

Обозначение модели шины состоит из буквенного индекса предприятия – разработчика и порядкового номера разработки, например: КИ-113, где К – Кировский шинный завод, И – НИИШП, 113 – порядковый номер разработки.

Прочность каркаса шин для тракторов (если они не применяются на автомобилях) условно оценивается так называемой нормой слойности (числом PR – «PLY RATING»), величина которой, как правило, 6 PR – для управляемых и направляющих колес, 8 PR и 10 PR – для ведущих колес.

Ранее она аналогично оценивалась и у шин для автомобилей. Шины для легковых автомобилей имели норму слойности 4 PR, для легких грузовых автомобилей и микроавтобусов – 6 PR и 8 PR, для грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности – от 10 PR до 18 PR.

Влияние прочности каркаса на несущую способность шины с регулируемым давлением 390/95R20 показано в качестве примера в таблице 1.1.

Норма слойности шины – понятие условное. Её число, как правило, не соответствует ни числу слоев корда в каркасе, ни их числу в каркасе и брекере шины. Так, например, шины Кама-310 (11.00R20) и И-281 (10.00R20) при норме слойности 16 PR имеют в каркасе по 5 слоев нейлонового корда, а в брекере по 5 слоев нейлонового корда плюс 3 и 4 слоя металлокорда, соответственно.

В связи с этим в соответствии с Правилами № 30 ЕЭК ООН указание нормы слойности на шинах для автомобилей заменено указанием индекса нагрузки (индекса грузоподъемности для шин легковых автомобилей и индекса несущей способности для шин грузовых автомобилей). Эти индексы регламентируют максимальную нагрузку на колесо автомобиля и представляют собой числовой код. Например, для шины Кама-204 (135/80R12) индекс грузоподъемности 68 регламентирует максимальную нагрузку на колесо 315 кгс.

Таблица 1.1 – Влияние прочности каркаса на несущую способность шины 390/95R20 автомобиля Урал-4320

Норма слойности шины, число PR	Индекс несущей способности шины	Максимальная нагрузка на колесо, кгс
10	147	3160
18	156	4000

Соответствующие индексам нагрузки (ИН) значения максимальных нагрузок на колеса (G_k) приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Индексы нагрузки

ИН	G_k , кГс	ИН	G_k , кГс	ИН	G_k , кГс	ИН	G_k , кГс	ИН	G_k , кГс	ИН	G_k , кГс
41	145	61	257	81	462	101	825	121	1450	141	2575
42	150	62	265	82	475	102	850	122	1500	142	2650
43	155	63	272	83	487	103	875	123	1550	143	2725
44	160	64	280	84	500	104	900	124	1600	144	2800
45	165	65	290	85	515	105	925	125	1650	145	2900
46	170	66	300	86	530	106	950	126	1700	146	3000
47	175	67	307	87	545	107	975	127	1750	147	3075
48	180	68	315	88	560	108	1000	128	1800	148	3150
49	185	69	325	89	580	109	1030	129	1850	149	3250
50	190	70	335	90	600	110	1060	130	1900	150	3350
51	195	71	345	91	615	111	1090	131	1950	151	3450
52	200	72	355	92	630	112	1120	132	2000	152	3550
53	206	73	365	93	650	113	1150	133	2060	153	3650
54	212	74	375	94	670	114	1180	134	2120	154	3750
55	218	75	387	95	690	115	1215	135	2180	155	3875
56	224	76	400	96	710	116	1250	136	2240	156	4000
57	230	77	412	97	730	117	1285	137	2300	157	4125
58	236	78	425	98	750	118	1320	138	2360	158	4250
59	243	79	437	99	775	119	1360	139	2430	159	4375
60	250	80	450	100	800	120	1400	140	2500	160	4500

Дробный индекс несущей способности шин для грузовых автомобилей (например, 146/143) регламентирует максимальную нагрузку на колесо как при односкатной, так и двускатной ошиновке колес оси (3000/2725 кгс, соответственно).

В обозначениях шин для грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности, у которых для одного размера регламентирована различная

норма слойности (см. таблицу 1.1), указывается число PR. В этом случае полное обозначение шины будет: Кама-Урал 390/95R20 147 J 10PR.

Индекс скорости в обозначениях шин указывается после индекса грузоподъемности, а для шин легковых автомобилей скоростных категорий от S и выше может также указываться перед буквенным индексом «R» (например, 215/60VR15). Соответствующие индексам скорости значения максимальных скоростей движения ($V_{\max}$), определяемые конструкцией шин, приведены в таблице 1.3. Дата изготовления указывается в овале, например: 3903, где 39 – номер недели изготовления шины, 03 – год изготовления (2003 г.). Порядковый номер шины указывается отдельно от даты, например, 102412.

Обозначения камер идентичны обозначениям шин. Камеры тороидных шин имеют обозначение в дюймах, например, 12.00-20, где числа условно соответствуют ширине профиля покрышки и посадочному диаметру обода колеса. Камеры широкопрофильных шин имеют обозначение в миллиметрах, например, 1200х500-508, где числа условно соответствуют наружному диаметру и ширине профиля покрышки и посадочному диаметру обода колеса.

Таблица 1.3 – Индексы скорости шин

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

Обозначения ободных лент состоят из двух чисел в дюймах (7.7-20) или миллиметрах (340-533): первое – ширина ленты, второе – посадочный диаметр обода колеса.

1.4. Конструкция шин

Все основные типы современных шин для автомобилей и тракторов практически имеют сходную структуру конструкции.

На рисунке 1.5 показаны элементы конструкции шины, включающие:

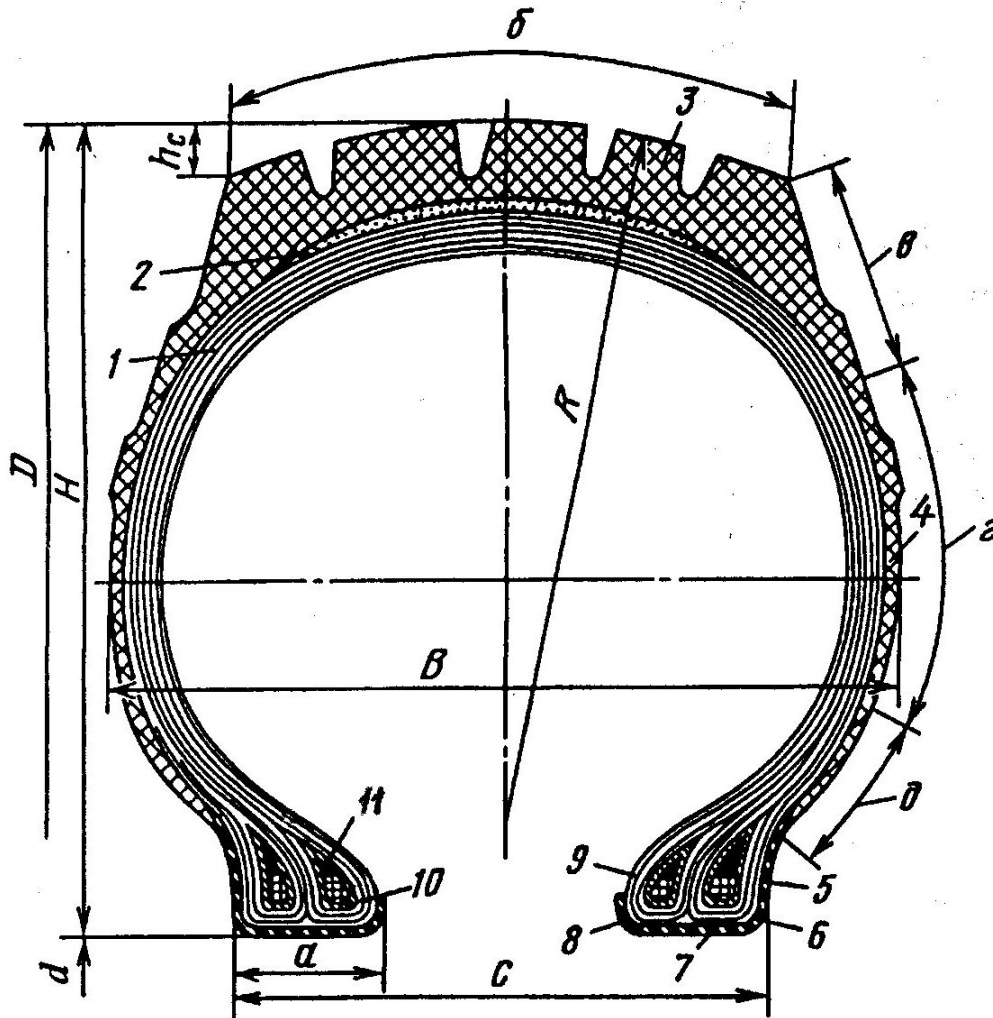


Рисунок 1.5 – Элементы конструкции шины:

1 – каркас; 2 – брекер; 3 – протектор; 4 – боковина; 5 – бортовая лента; 6 – пятка борта; 7 – основание борта; 8 – носок борта; 9 – борт; 10 – бортовые кольца; 11 – усилительные ленты; а – ширина борта; б – корона; в – плечевая зона; г – зона боковины; д – зона усиления; В – ширина профиля; С – ширина раствора бортов; D – наружный диаметр; H – высота профиля; R – радиус кривизны протектора; d – посадочный диаметр обода колеса; h_c – стрела дуги протектора

Каркас 1 – силовой элемент шины, воспринимающий действующие на нее нагрузки. Он состоит из нескольких слоев прорезиненного корда (минимум: из двух у диагональных шин, из одного (монослоя) – у радиальных шин), закрепленных на бортовых кольцах 10. С увеличением числа слоев корда

повышается прочность каркаса и увеличивается грузоподъемность шины, но возрастают ее масса и сопротивление качению. Корд получают обрезаиванием специальных нитей, изготовленных из вискозы, нейлона, стекловолокна или стальной проволоки (металлокорд). Чем прочнее нити корда, тем выше долговечность шины. Резина предохраняет кордные нити от влаги, перетирания и способствует равномерному распределению нагрузок между ними. Концы слоев корда вместе с бортовыми кольцами 10 образуют борта 9, служащие для плотной посадки покрышки на ободе колеса. У бескамерной шины борта, кроме того, обеспечивают герметичность её посадки на ободе колеса. Брекер 2 – резинокордный слой, расположенный между каркасом и протектором шины. Он служит для усиления каркаса и снижения (смягчения) ударных нагрузок, действующих на колесо (каркас шины) со стороны опорной поверхности, а также более равномерного распределения их по поверхности шины. Брекер, как правило, имеет более высокую температуру по сравнению с другими элементами шины, иногда достигающую 120⁰С. От конструкции брекера в значительной степени зависит форма пятна контакта шины с дорогой.

Протектор 3 – наружная часть шины, непосредственно контактирующая с опорной поверхностью. Протектор обеспечивает необходимый эксплуатационный ресурс работы шины, надлежащее сцепление шины с опорной поверхностью, сглаживание ударных нагрузок со стороны опорной поверхности, снижение крутильных колебаний в трансмиссии колесной машины, а также предохраняет (совместно с резиновым слоем плечевой зоны (в) и зоны (г) боковины) каркас шины от повреждений. Протекторная резина обладает высокой прочностью, эластичностью, износостойкостью, сопротивляемостью многократным деформациям и порезам, стойкостью к старению.

Протектор состоит из рельефного рисунка, разновидность которого зависит от типа и назначения шины, и подканавочного слоя, который обычно составляет 20...30 % от толщины протектора. Практически все важнейшие эксплуатационные свойства колесной машины зависят от рисунка протектора.

Элементами рельефного рисунка протектора являются беговые дорожки, грунтозацепы (блоки), продольные и поперечные (радиальные) канавки различной формы, длины и ширины и очень тонкие щелевидные прорези дорожек протектора и грунтозацепов – ламели [15].

Дорожки протектора – это непрерывные резиновые кольца (пояса), через которые шина взаимодействует с опорной поверхностью, или совокупность грунтозацепов, которые своим последовательным расположением по окружности шины образуют прерывистые кольца.

Грунтозацепы могут быть любой формы от простой (шашки, ёлочка) до многогранников сложной формы. Их края могут иметь острые ступенчатые кромки для обеспечения высокой проходимости или скругленные формы для улучшения характеристик качения шины.

Поперечные канавки предназначены для отвода загрязнений от центра к краям пятна контакта шины с опорной поверхностью. Чем канавки шире, тем лучше самоочищаемость протектора шины, но хуже характеристики ее качения. Кромки поперечных канавок улучшают сцепные свойства шин.

Продольные канавки собирают загрязнения от поперечных, повышают стойкость шины к аквапланированию на мокрой дороге. Их края повышают сопротивляемость шины боковому заносу, что улучшает управляемость автомобиля. Но чем больше продольных канавок, особенно прямолинейной формы, тем хуже сцепные свойства шины. Зигзагообразные канавки улучшают сцепные свойства шины, но ухудшают отвод воды и снежной взвеси.

Для зимних шин целесообразно сужение всех канавок вглубину, что улучшает самоочищаемость протектора шины от смеси воды, снега и грязи («шуги»).

Зигзагообразные ламели (рисунок 1.6) за счет «кромочного» эффекта улучшают сцепные свойства шины с дорогой в поворотах, при торможении и на участках дороги покрытых водой и укатанным снегом. Компания «Michelin» – создатель ламелей – разработала каплеобразную ламель, позволяющую сохранять сцепные свойства шины при частичном износе протектора.

Протектор имеет не одинаковую толщину у шин различных конструкций и назначения. Чем больше толщина протектора, тем больше срок службы (ресурс) шины, тем лучше он защищает каркас от повреждений. Однако, тем больше масса шины, склонность ее к перегреву и расслоению, выше момент инерции и коэффициент сопротивления качению колеса. Толщина протектора у шин для легковых автомобилей колеблется от 7 до 12 мм, у шин для грузовых автомобилей – от 14 до 22 мм, а у арочных шин – от 40 до 60 мм. Ширина протектора составляет примерно 70...80 % ширины профиля шины.

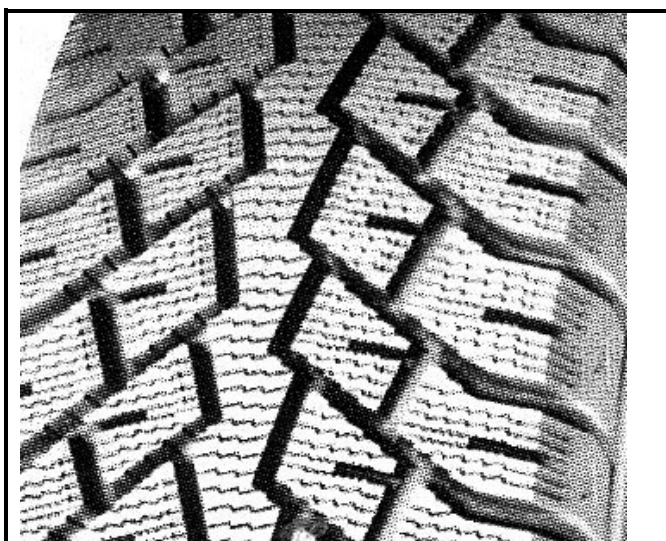


Рисунок 1.6 – Поверхность центральной беговой дорожки, шашек и блоков зимней шины насыщена большим количеством ламелей

Боковины 4 – слой резины, являющийся продолжением протектора, покрывающие стенки каркаса и выполняющие защитные функции. Боковины должны быть достаточно эластичными и, следовательно, достаточно тонкими, чтобы длительное время выдерживать многократные изгибающие силы. Боковины изготавливают как одно целое с протектором и из протекторных

резиновых смесей.

Борта 9 – жесткие части шины, служащие для крепления ее на ободе колеса. Борта состоят из бортовых колец 10, выполненных из стальной проволоки, твердого резинового жгута, прорезиненной обертки бортовых колец и усилительных лент 11. Бортовые кольца необходимы для придания бортам требуемой прочности, а резиновый жгут способствует их монолитности.

1.4.1. Диагональные и радиальные шины

Диагональные и радиальные шины различаются построением каркаса, а именно, расположением нитей слоев корда в каркасе.

У диагональных шин нити в смежных слоях корда и брекера располагаются перекрестно под углом наклона $35...38^{\circ}$ к экватору покрышки (рисунок 1.7, а). Каркас является несущим элементом шины, и поэтому воспринимает все силы (радиальные, боковые и продольные) и моменты, действующие на колесо. Чем меньше угол наклона нитей в смежных слоях корда ($30...34^{\circ}$ для спортивных шин), тем лучше передаются боковые силы, действующие на колесо.

Основным недостатком диагональных шин является то, что в процессе их контакта с опорной поверхностью изменяются направления перекрестных слоев, в результате чего в каркасе происходит повышенное выделение теплоты, а в плоскости контакта – относительное смещение слоев корда, приводящие к высоким гистерезисным потерям и износу протектора.

У радиальных шин нити в слоях корда не пересекаются. Они располагаются по радиусу покрышки под углом наклона $85...90^{\circ}$ к экватору (рисунок 1.7, б), что делает каркас весьма эластичным и, как следствие, излишне податливым под действием боковых и продольных сил. При таком расположении нити каркаса способны воспринимать только вертикальные нагрузки, что значительно снижает возникающие в них напряжения и позволяет при одной и той же вертикальной нагрузке с диагональной шиной уменьшить число слоев корда в каркасе и, следовательно, толщину каркаса. Например, радиальные шины с металлокордом в каркасе и брекере для грузовых автомобилей большой грузоподъемности имеют всего 2...4 слоя корда в каркасе вместо 8...14. Вследствие этого у радиальных шин меньше нагрев, ниже потери при качении, больше толщина протектора, что увеличивает срок их службы (ресурс) в 1,5...2,0 раза.

Продольные и боковые силы, действующие на колесо, воспринимаются в радиальной шине наложенным на каркас практически нерастяжимым брекерным поясом, имеющим диагональную конструкцию нитей корда (рисунок 1.7, в). Для брекерного пояса используется металлокорд или его сочетание с нейлоновым или вискозным кордом. Это связано с тем, что металлокорд, обладая высокой прочностью, теплопроводностью и

теплостойкостью, способствует уменьшению напряжений и более равномерному распределению температуры в теле покрышки. Брекерный пояс амортизирует ударные нагрузки, возникающие при качении колеса по неровной дороге, распределяет их по каркасу, защищает последний от механических повреждений. Кроме того, жесткий брекерный пояс не позволяет протектору радиальной шины ощутимо деформироваться при воздействии боковых и продольных сил, поэтому пятно контакта шины с дорогой остается практически неизменным. Это заметно повышает курсовую устойчивость колесной машины при высоких скоростях движения, улучшает её маневренность, а значит и безопасность движения.

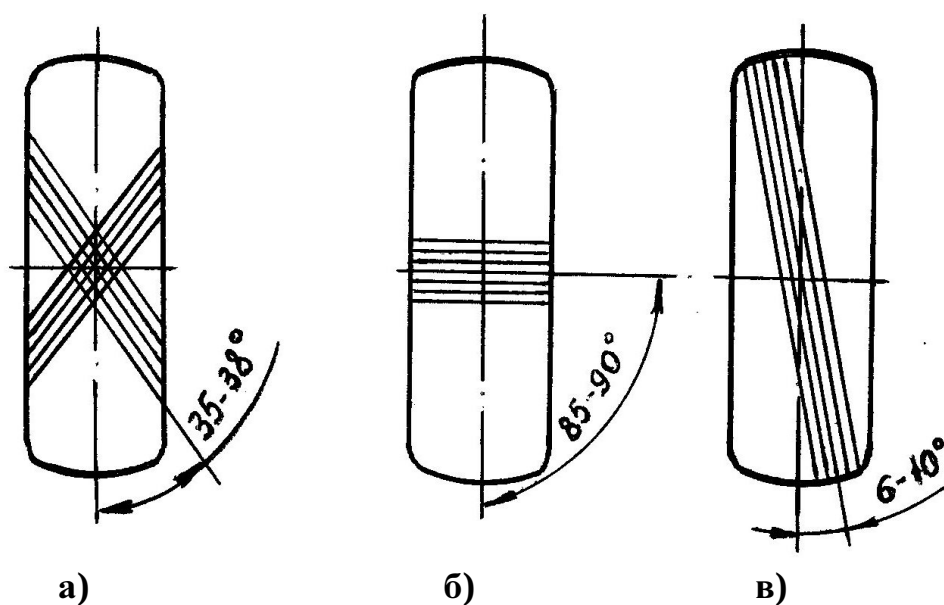


Рисунок 1.7 – Диагональная и радиальная шины:
 а – диагональная шина; б – радиальная шина; в – брекерный пояс

В то же время радиальное расположение нитей корда снижает прочность боковин шины. В тяжелых дорожных условиях вероятность повреждения боковин довольно велика и, как следствие, долговечность радиальных шин, эксплуатирующихся преимущественно на бездорожье, часто оказывается ниже, чем диагональных. Это свойство радиальных шин, наряду с более высокой их стоимостью, является основной причиной продолжающегося производства диагональных шин.

Среди других недостатков радиальных шин можно отметить:

- повышенный шум у шин с металлокордом при высоких скоростях движения.

- большой момент инерции относительно оси вращения, что связано с расположением на периферии большей части массы шины: достаточно тяжелого брекерного пояса и протектора;

- пониженную боковую жесткость, что ухудшает устойчивость колесной машины (у современных машин этот недостаток нивелируется за счет характеристик подвесок);

Наличие жесткого брекерного пояса и весьма эластичного каркаса у радиальных шин для легковых автомобилей явилось причиной трансформирования первоначально круглого их профиля в несколько сглаженный профиль беговой дорожки, поэтому отношение Н/В у этих шин не превышает 0,82.

Преимущества радиальных шин, безусловно, превалируют над их недостатками и, будучи изложены в тезисном виде, состоят в следующем:

- меньшее сопротивление качению (на 25...30 %) и, как следствие, меньший расход топлива (до 10 %);

- лучшее сцепление с дорогой;

- более низкий тепловой режим работы (на 20...30⁰С), что позволяет эксплуатировать шины при более высоких скоростях движения;

- лучшая передача продольных и боковых сил;

- более быстрая реакция на поворот руля;

- большая грузоподъемность шин одного размера с диагональными (на 15...25 %);

- значительно более высокие износостойкость (в 1,5...1,7 раза) и срок службы (в 1,5...2,5 раза);

- лучшие характеристики упругости (шины практически не изменяют своего профиля при высоких скоростях движения автомобиля);

- более высокая стойкость к проколам (за счет использования металлокорда в брекерном поясе).

Особенностью радиальных шин является то, что нагрузка на них может быть увеличена за счет повышения внутреннего давления воздуха как без изменения конструкции (до 10 %), так и при увеличении числа слоев корда в каркасе и повышении прочности нитей корда (усиленные шины).

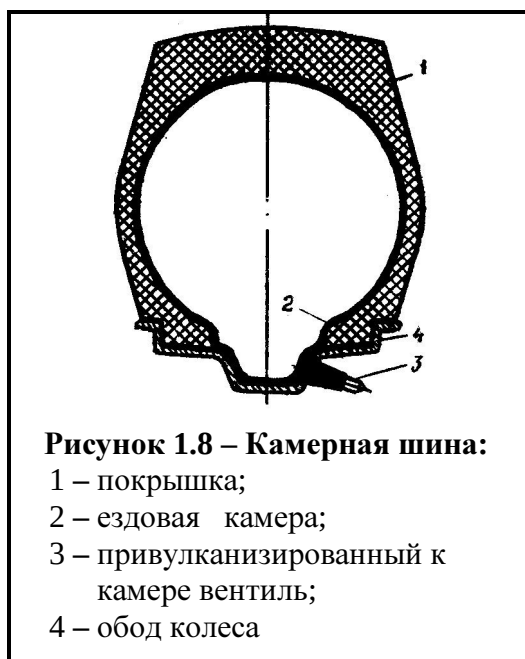
На легковых автомобилях, прицепах к ним, легких грузовых автомобилях и автобусах особо малой вместимости устанавливаются шины только низкого давления (до 0,30 МПа).

У грузовых автомобилей, прицепов к ним, автобусов и троллейбусов из-за высоких нагрузок на их колеса давление воздуха в шинах (в зависимости от размера шины и максимальной нагрузки на колесо) находится в пределах 0,50...0,90 МПа.

В тракторостроении применяются шины только низкого (шины управляемых и направляющих колес, шины прицепов) и сверхнизкого (шины ведущих колес) давления. Давление воздуха в шинах низкого давления – 0,14...0,30 МПа, в шинах сверхнизкого давления – 0,08...0,12 МПа.

1.4.2. Камерные и бескамерные шины

Камерная шина (рисунок 1.8) включает покрышку и ездовую камеру (с вентилем), а шина для грузовых автомобилей – и ободную ленту.



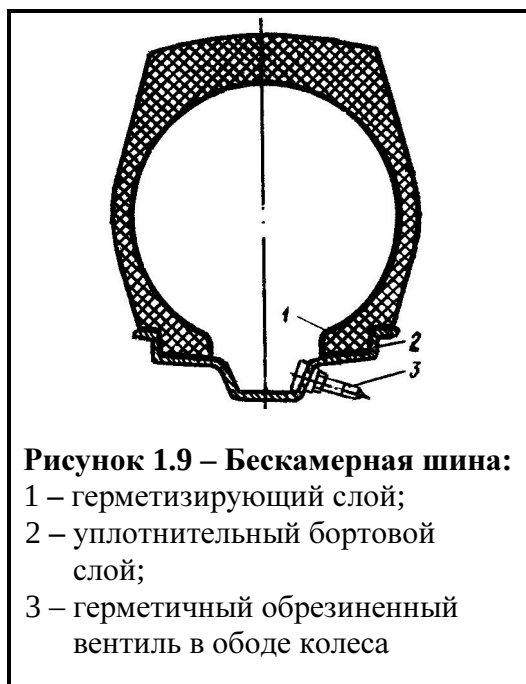
Ездовая камера – герметичная торообразная эластичная трубка. Камера имеет вентиль, который служит для накачивания, удержания и выпуска воздуха. Для того чтобы при монтаже шины на обод колеса камера не образовывала складок, её размеры несколько меньше, чем внутренние размеры шины. В связи с этим, заполненная воздухом камера находится в растянутом состоянии. Толщина камеры в поперечном сечении неравномерна. Несколько большую

толщину камера имеет в зоне максимальной деформации на участке,

расположенном под протектором шины. В процессе качения колеса камера работает при высокой температуре и больших напряжениях.

Ободная лента – профилированное эластичное кольцо, расположенное между бортами покрышки, камерой и ободом колеса. Лента предохраняет камеру от износа о выступающие детали обода и борта покрышки.

Бескамерная шина (рисунок 1.9) отличается от камерной наличием специального герметизирующего слоя резины на внутренней стороне толщиной 2...3 мм, герметичной посадкой шины на обод и специальной конструкцией бортов. Борты, кроме того, имеют несколько меньший посадочный диаметр относительно посадочного диаметра обода колеса, что обеспечивает более плотную посадку шины на обод. Обрезиненный вентиль устанавливается в ободу колеса с высокой степенью герметизации.



Бескамерная шина состоит только из покрышки, поэтому для нее понятия «шина» и «покрышка» – идентичны.

Основное преимущество бескамерных шин заключается в повышенной безопасности движения колесной машины на высоких скоростях. В камерной шине, если камера будет повреждена, то при проколе воздух из нее выйдет достаточно быстро, а при разрыве практически мгновенно, что, в первом случае, снижает безопасность движения колесной

машины, а во втором, чревато дорожно-транспортным происшествием. В бескамерной шине быстрая потеря воздуха через отверстие прокола практически невозможна или вообще отсутствует при проколе инородным предметом, застрявшим в шине (за счет уплотнения предмета герметизирующим слоем), и водитель успевает это заметить. Шина (в отличие, от камерной) может быть достаточно легко отремонтирована, иногда даже без снятия с диска (разбортирования).

Другими преимуществами бескамерных шин являются:

- меньшая масса (для грузовых автомобилей от 2 до 18 кг);
- меньшее сопротивление качению;
- меньший нагрев (за счет лучшего отвода теплоты непосредственно через металлический обод и отсутствия трения между покрышкой и камерой);
- больший срок службы (примерно на 20 %);
- большая устойчивость внутреннего давления воздуха;
- более простой монтаж;
- лучшая приспособленность к балансировке.

Массы камер и ободных лент для шин грузовых автомобилей с посадочным диаметром обода 20...21 дюйм приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Массы камер и ободных лент для шин грузовых автомобилей с посадочным диаметром обода 20...21 дюйм

Обозначение шины	Обозначение камеры	Средняя масса камеры, кг	Обозначение ободной ленты	Средняя масса ободной ленты, кг
7.50 - 20	7.50 - 20	2,7	—	—
8.25 R20	8.25 - 20	3,5	6.7 - 20	1,6
9.00 R20	9.00 - 20	4,2	6.7 - 20	1,6
10.00 R20	10.00 - 20	5,3	7.7 - 20	2,3
11.00 R20	11.00 - 20	5,9	7.7 - 20	2,3
12.00 R20	12.00 - 20	6,4	7.7 - 20	2,3
390/95R20	14.00 - 20	10,1	300 - 508	3,4
480/70R20	1200x500-508	12,9	475 - 508	6,1
425/85R21	1220x400-533	11,2	340 - 533	4,4
530/70-21	1300x530-533	14,1	475 - 533	6,2

В качестве недостатков, присущих бескамерным шинам, необходимо отметить следующие:

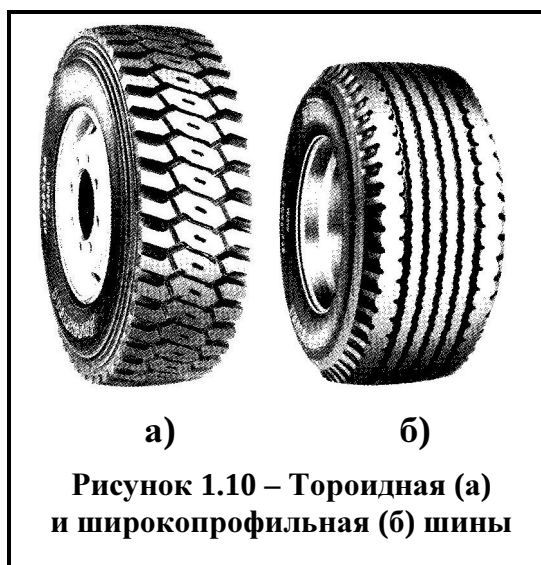
- для бескамерных шин используются более сложные в изготовлении колесные ободья, обеспечивающие герметичную и надежную посадку бортов шины на обод и имеющие герметичную установку вентиля в ободе;
- при нарушении герметичности посадки шины на обод, что характерно для шин, продолжительное время находящихся в эксплуатации на тяжелых грязных дорогах и бездорожье, требуется все более частая подкачка или комплектация камерой;

- в случае сползания борта шины с полки обода, обратно посадить шину на обод весьма затруднительно (для этого требуется высокопроизводительный компрессор).

Необходимо также отметить, что без особой необходимости не следует вставлять камеру в бескамерную шину. Если в камерной шине воздух, попадающий между камерой и покрышкой, выходит в атмосферу через вентиль или негерметичный обод, то в бескамерной шине он образует плоские пузыри, что сильно затрудняет теплоотдачу и, как следствие, ведет к перегреву шины.

1.4.3. Шины обычного профиля и широкопрофильные

В настоящее время шины обычного профиля (тороидные) (рисунок 1.10, а) применяются в основном на грузовых автомобилях и тракторах. Для них коэффициент ширины обода (отношение ширины профиля обода колеса к ширине профиля шины, b/B) составляет 0,65...0,78. Исследования [5],



проведенные еще в 70-е годы прошлого века, показали, что наилучшие условия работы шин для грузовых автомобилей обеспечиваются при значениях коэффициента ширины обода 0,73...0,74.

Тороидные шины по сравнению с широкопрофильными при одинаковом их наружном диаметре обеспечивают колесной машине следующие преимущества:

- меньшие массу и стоимость;
- лучшую динамику разгона и максимальную скорость;
- лучшую (на 15...20 %) топливную экономичность;
- более низкий уровень шума.

Широкопрофильные шины (рисунок 1.10, б) в современном автомобилестроении постепенно вытесняют тороидные. На легковых автомобилях, автобусах, коммерческих грузовых автомобилях,

предназначенных для междугородных и городских перевозок, прицепах и полуприцепах к ним низкопрофильные шины заняли доминирующее положение.

Они имеют увеличенную ширину профиля по сравнению с обычными тороидными шинами и больший коэффициент ширины обода (0,75...0,85). Одна такая шина при установке на грузовой автомобиль, прицеп или полуприцеп способна заменить две тороидные. Широкопрофильные шины имеют протектор малой кривизны, что обеспечивает более равномерное распределение удельных давлений в контакте с опорной поверхностью. Шины для грузовых автомобилей выпускаются как камерными, так и бескамерными, а для легковых – только бескамерными.

Широкопрофильные шины при одинаковом наружном диаметре обеспечивают ряд существенных преимуществ по сравнению с тороидными:

- меньшее сопротивление качению на дорогах с твердым покрытием, особенно при высоких скоростях движения;
- значительно лучшую передачу тяговых и тормозных сил;
- лучшее восприятие боковых сил и более быструю реакцию на поворот руля (высокую устойчивость и хорошую управляемость при движении автомобиля на поворотах);
- возможность размещения тормозных дисков большего диаметра, причем, тем большего, чем более плоская шина (больший посадочный диаметр обода в сравнении с наружным диаметром шины).

Кроме того, широкопрофильные шины на прицепах и полуприцепах при одинаковой грузоподъемности с тороидными имеют меньший диаметр, что обеспечивает снижение погрузочной высоты грузовых платформ.

К недостаткам же этих шин можно отнести:

- большую массу (тем более, в сборе с колесами);
- большую стоимость, обусловленную стоимостью самих шин и более дорогих колес;

- большее требуемое пространство для размещения колес в надколесных нишах, возможное уменьшение предельных углов поворота управляемых колес (увеличение радиуса поворота);

- необходимость большего пространства для размещения запасного колеса, что наиболее актуально для легковых автомобилей;

- ухудшение плавности хода за счет большей неподрессоренной массы, а также повышенной жесткости самих шин (чем ниже профиль шины, тем она жестче);

- повышенную склонность к аквапланированию (касается легковых автомобилей).

Мировые тенденции и опыт ведущих зарубежных фирм в области разработки новых шин показывают, что в настоящее время наиболее перспективными для грузовых автомобилей являются так называемые целиком металлокордные шины (ЦМК или «All-Steel» шины). Это радиальные бескамерные шины с металлокордным каркасом и брекерным поясом, которые занимают более 90 % в объеме выпускаемых в Европе шин для грузовых автомобилей. Номенклатура ЦМК шин включает шины с посадочным диаметром 17,5"; 19,5"; 22,5" и 24,5" с постоянным и регулируемым давлением воздуха. Все большее распространение находят шины уменьшенного диаметра и увеличенной грузоподъемности.

ЦМК шины обеспечивают грузовым автомобилям необходимый уровень безопасности движения, особенно в экстремальных условиях эксплуатации и при движении с максимальными скоростями. По комплексу большинства основных эксплуатационных свойств, а также себестоимости производства эти шины превосходят все известные конструкции шин для грузовых автомобилей.

Преимуществами ЦМК шин по сравнению с шинами комбинированной конструкции (например, с нейлоновым кордом и металлокордом) являются:

- меньшая толщина каркаса, позволяющая получить большую толщину подканавочного слоя протектора, что, в свою очередь, обеспечивает возможность нарезания рисунка протектора после его износа и увеличивает

ресурс работы шин, а также благоприятно влияет на их тепловую нагруженность;

- минимальные гистерезисные потери, предопределяющие очень низкий коэффициент сопротивления качению (не более 0,006);

- пониженная на 15...20⁰С температура нагрева в процессе эксплуатации, что уменьшает вероятность расслоения элементов покрышки и интенсивность износа протектора и обеспечивает возможность движения с максимальными скоростями не менее 130 км/ч;

- увеличенные на 10 % грузоподъемность и в 1,7...2,0 раза (до 200...210 тыс. км) ресурс работы шин с учетом нарезания рисунка протектора после его износа и 4...5-ти кратного его восстановления, что обусловлено высокой усталостной прочностью каркаса и жесткостью каркаса и брекерного пояса. Также в связи с этим ЦМК шины не изнашиваются;

- меньшая склонность к проколам;

- приспособленность к утилизации.

Недостатком ЦМК шин является низкий уровень ремонтпригодности при повреждении корда.

1.4.4. Арочные шины

Арочные шины (рисунок 1.11) предназначены для специальных (сочлененных) колесных машин, а также неполноприводных (типа 4х2) грузовых автомобилей путем их установки на колеса ведущих мостов вместо обычных сдвоенных тороидных шин [5].

Особенностью конструкции арочных шин по сравнению с тороидными является большая в 2,5...3,5 раза ширина профиля при практически одинаковых наружном диаметре и посадочном диаметре обода, а также уменьшенная кривизна протектора. Последнее свойство обеспечивает работу грунтозацепов по всей ширине беговой дорожки шины. Отношение ширины обода к ширине профиля шины примерно 1,0.

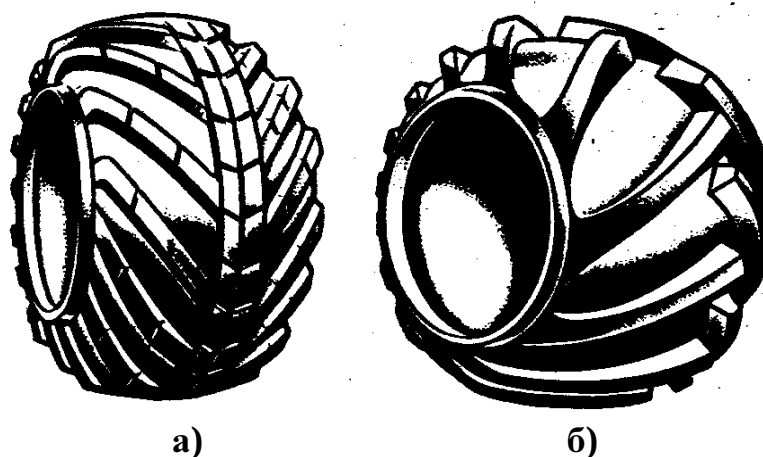


Рисунок 1.11 – Арочные шины:
а – 1000х600 мод. М-213; б – 1140х700 мод. Я-146

Использование арочных шин способствует существенному повышению проходимости автомобилей в условиях бездорожья. Они имеют значительные радиальные деформации, обеспечивают низкие значения удельного давления на опорную поверхность (примерно 0,09...0,12 МПа) и реализацию высокой силы тяги. Хорошая самоочищаемость арочных шин обеспечивается широко расставленными высокими (30...60 мм) грунтозацепами, малой насыщенностью рисунка протектора (15...30 %) и высокой степенью деформации. При вращении колеса деформированные участки шины восстанавливают первоначальную форму и при этом отбрасывают прилипший грунт.

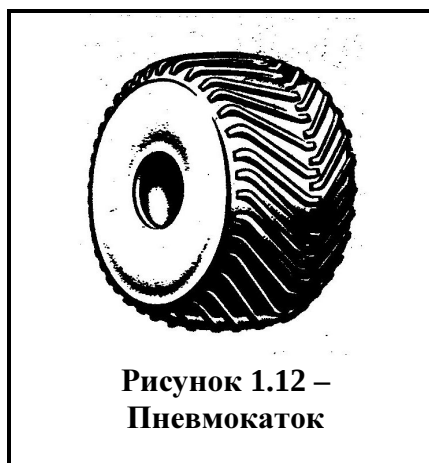
Однако при установке арочных шин в трансмиссии автомобиля возникают динамические нагрузки, которые на размокших грунтах на 30...35 %, а на сыпучем песке и снежной целине – в 1,5...2,0 раза выше, чем нагрузки в трансмиссии при буксовании автомобиля с тороидными шинами. На дорогах же с твердым покрытием возрастает коэффициент сопротивления движению автомобиля, что приводит к увеличению расхода топлива, а также возникают повышенные вибрации автомобиля.

Арочные шины – бескамерные, диапазон изменения внутреннего давления воздуха в них составляет 0,06...0,25 МПа.

Арочные шины обозначаются двумя числами, например: 1140х700, где первое число характеризует наружный диаметр шины D , а второе – ширину профиля B в миллиметрах.

1.4.5. Пневмокатки

Пневмокатки (рисунок 1.12) применяются только на специальных колесных



машинах, работающих на сильно деформируемых опорных поверхностях (сыпучий песок, снежная целина, заболоченная местность). Они отличаются от обычных тороидных шин (кроме отношения H/B) большим в 2...10 раз коэффициентом ширины шины (B/D), меньшим посадочным диаметром (примерно в 4 раза меньше наружного диаметра) и высокой эластичностью (площадь

контакта с опорной поверхностью в 2,5...3,0 раза больше, чем у обычных шин).

Пневмокатки обеспечивают еще более низкие значения удельного давления на опорную поверхность (примерно 0,01...0,05 МПа) (рисунок 1.13) и позволяют реализовывать еще более значительную силу тяги, чем на арочных шинах.

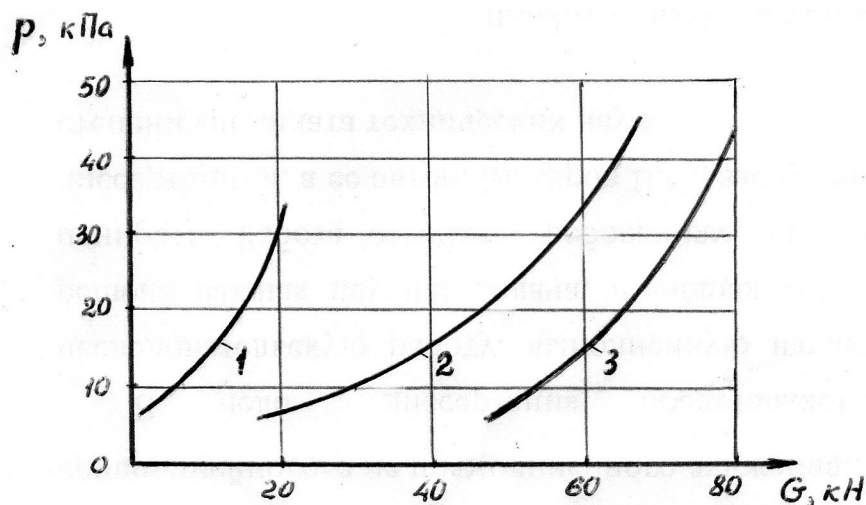


Рисунок 1.13 – Зависимость удельного давления на грунт от вертикальной нагрузки на пневмокатки фирмы «Роллигон»: 1 – 40х50-12; 2 – 54х68-25; 3 – 72х68-28

Пневмокатки – бескамерные, максимальная их радиальная деформация составляет 0,25...0,35 D , диапазон изменения внутреннего давления воздуха – 0,01...0,07 МПа [5]. Они имеют бочкообразную форму, большой внутренний объем, эластичный тонкий каркас, состоящий из двух – четырех слоев прочного

корда, борта со стальными кольцами, герметизирующий слой, сравнительно тонкий эластичный протектор с невысокими и широкими грунтозацепами. Брекерный слой отсутствует. Благодаря этому они обладают высокой амортизирующей способностью и обеспечивают хорошую плавность хода колесной машине на пересеченной местности.

Пневмокаты обозначаются тремя числами, например: 1600х600-635 (или 72х68-28), где числа условно соответствуют значениям наружного диаметра D, ширины профиля В и посадочного диаметра d в миллиметрах (или дюймах).

1.4.6. Шины для Военной автомобильной техники

Пневматические шины для Военной автомобильной техники (ВАТ) должны быть:

- по конструкции – радиальными с целиком металлокордным каркасом и брекером и бескамерными;
- по конфигурации профиля поперечного сечения – обычного профиля или широкопрофильными;
- по обеспечению требований по работоспособности при повреждениях – с регулируемым давлением воздуха и внутренним ограничителем деформации;
- по типу рисунка протектора и обеспечению требований опорной проходимости – с рисунком протектора повышенной проходимости и необходимым радиальным прогибом;
- по обеспечению герметичности и надежности посадки шины на обод – обод должен быть разъемным и герметичным и обеспечивать установку резинокордного распорного кольца или внутреннего ограничителя деформации шины.

Шины с регулируемым давлением воздуха по сравнению с обычными тороидными шинами имеют увеличенную на 25...40 % ширину профиля, бóльшую эластичность и допускают возможность в широких пределах изменять отношение Н/В. Они способны работать как при номинальном (0,30...0,42 МПа – у диагональных и 0,45...0,50 МПа – у радиальных шин), так и минимально-допустимом внутреннем давлении (0,05...0,10 МПа – у диагональных и

0,08...0,10 МПа – у радиальных шин). Шины имеют рисунок протектора повышенной проходимости с широко расставленными грунтозацепами глубиной до 30 мм, угол наклона к экватору шины которых составляет $45...50^{\circ}$ без загибов в плечевой зоне в сторону увеличения. Коэффициент насыщенности рисунка протектора составляет 0,35...0,40. Плотная посадка покрышки на ободе достигается жесткими бортами, имеющими по 2...3 кольца из проволоки в каждом борте. Для увеличения срока службы нагрузка на такие шины на 30...50 % ниже, чем на обычные тороидные шины при одинаковом наружном диаметре.

Регулирование давления воздуха в шинах является важнейшим рычагом повышения опорной проходимости колесных машин. Со сниженным до минимальных значений давлением они уверенно маневрируют, преодолевают подъемы и буксируют прицепы по деформируемым грунтам и снежной целине при удельной нагруженности радиальных шин не более 8 тс/м^3 , а диагональных – 7 тс/м^3 . Для этого при минимально-допустимом давлении воздуха в шинах должен быть обеспечен их радиальный прогиб в пределах 10...12 % от



наружного диаметра, что с учетом установки внутреннего ограничителя деформации делает нецелесообразным использование на Военной автомобильной технике низкопрофильных шин с отношением $H/B < 0,7$.

Широкопрофильные шины с регулируемым давлением воздуха подразделяются на универсальные и шины повышенной проходимости ($H/B = 0,70...0,85$).

Протектор универсальных широкопрофильных шин (рисунок 1.14) имеет беговую дорожку с комбинированным рисунком: дорожным в средней части и грунтозацепами по краям. Коэффициент насыщенности рисунка протектора составляет 0,50...0,55. Автомобили с такими шинами на связных и липких грунтах из-за «засаливания» протектора заметно уступают по проходимости (по

тягово-сцепным свойствам) автомобилям с тороидными шинами, имеющими хорошую самоочищаемость протектора.

1.5. Системы регулирования давления воздуха в шинах

Система регулирования давления воздуха в шинах предназначена:

- для повышения опорной проходимости автомобиля в тяжелых дорожных условиях и при движении по бездорожью за счет снижения давления воздуха в шинах. При снижении давления воздуха в шинах увеличивается площадь пятна их контакта с опорной поверхностью, что приводит к снижению удельной нагрузки на опорную поверхность и повышению силы тяги на ведущих колесах;
- для сохранения подвижности автомобиля в случае прокола (проколов) шины за счет постоянной ее подкачки во время движения и поддержания давления воздуха в шине в требуемых пределах. Условием сохранения подвижности автомобиля является достаточная для восполнения утечки воздуха из поврежденной шины производительность компрессора и диаметр проходного сечения вентиля;
- для постоянного контроля давления воздуха в шинах и поддержания его в заданных пределах во время движения.

Система регулирования давления воздуха в шинах автомобилей с пневматическим или пневмогидравлическим приводом тормозов включается в общую систему пневмооборудования автомобиля параллельно от тройного защитного клапана пневмосистемы тормозов через клапан-ограничитель понижения давления воздуха в пневмосистеме. На автомобилях ЗИЛ-131Н и КамАЗ-4310, например, этот клапан прекращает доступ воздуха к шинам при давлении в пневмосистеме ниже 0,55 МПа (5,5 кгс/см²).

Управление системой осуществляется из кабины водителя рычагом, воздействующим на кран управления давлением воздуха в шинах (рисунок 1.15), что позволяет производить постоянный контроль давления воздуха в шинах по манометру 38 и поддержание его в заданных пределах во время движения.

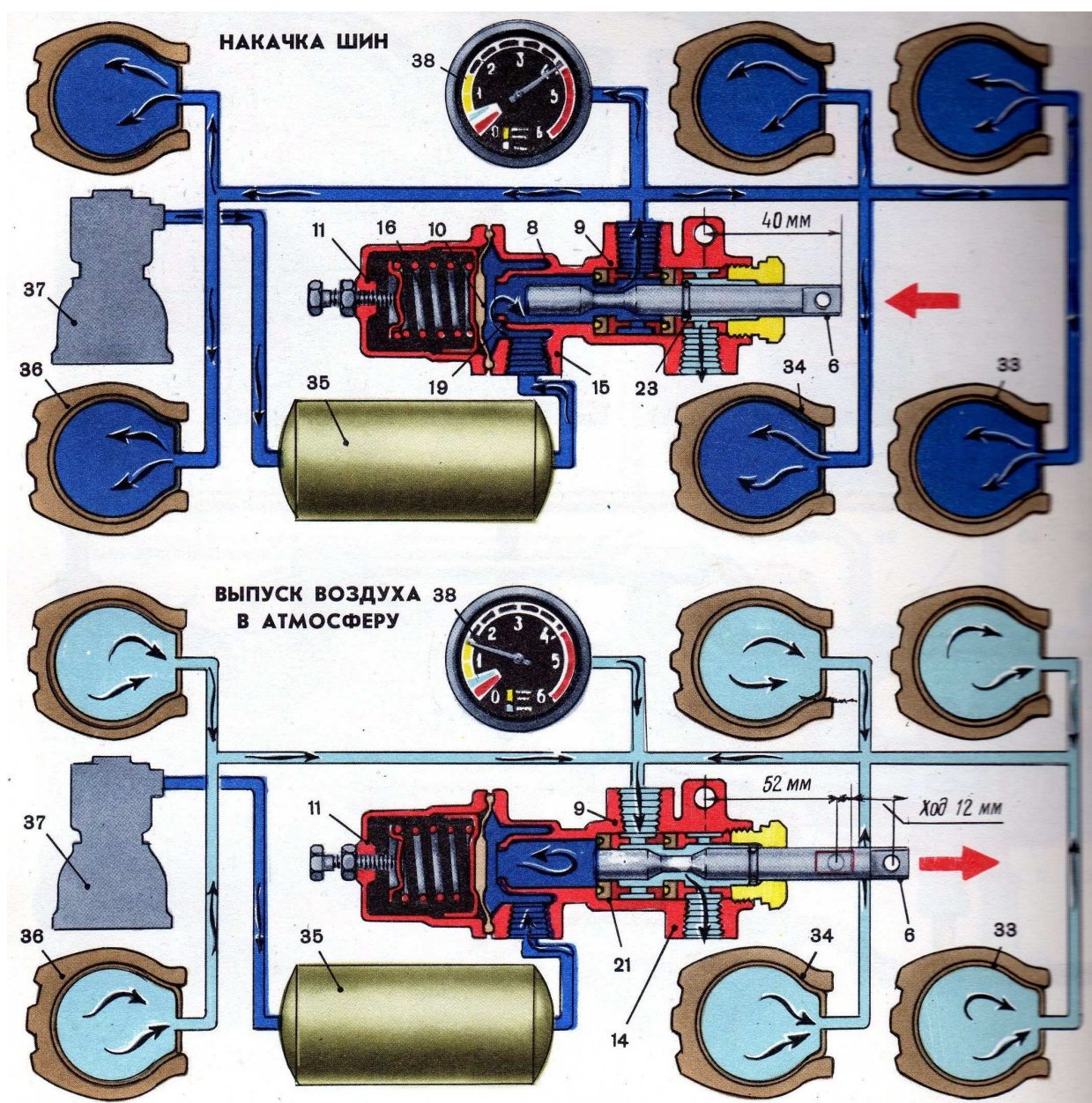


Рисунок 1.15 – Работа крана управления давлением воздуха в шинах при накачке шин и выпуске воздуха в атмосферу

Кран управления – золотникового типа. Золотник 6 перемещается в корпусе 8 и уплотняется сальниками. Находящееся на золотнике замочное кольцо 23 ограничивает крайние пределы хода золотника. Когда давление воздуха в пневмосистеме выше ограничиваемого клапаном-ограничителем 11, диафрагма 10 открывает доступ воздуха из воздушного баллона 35 в корпус 8 через седло 19.

Для накачивания шин золотник 6 рычагом управления перемещается внутрь корпуса 8 и через его проточку и трубки (штуцер 9) воздух поступает в шины и

к манометру. Для понижения давления воздуха в шинах рычаг управления перемещается в положение «Выпуск». Утолщенная концевая часть золотника 6 плотно входит в сальник 21 крана, подача воздуха из воздушного баллона 35 прекращается, и воздух из шин через трубку (штуцер 14) выходит в атмосферу.

Головки подвода воздуха (рисунок 1.16), установленные на полуосях ведущих мостов, состоят из корпуса 1 и двух резиновых манжет 3 (с пружинами 2), поджимаемых крышками с пружинными запорными кольцами 4, обеспечивающими герметичность подвижного соединения «головка – полуось». Воздух к головкам поступает через штуцеры, а из их полостей по каналам в полуосях – к кранам запора воздуха и далее по соединительным шлангам к шинам.

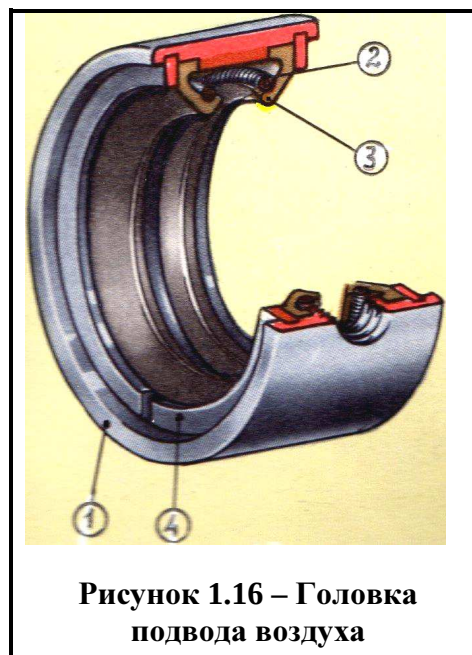


Рисунок 1.16 – Головка подвода воздуха

Краны запора воздуха (рисунок 1.17) установлены на каждом колесе. Они предназначены для отключения шин от системы (рисунок 1.17, б) при длительной стоянке автомобиля и в случае выхода из строя манжет головок подвода воздуха. Кран состоит из корпуса 2, в котором по резьбе перемещается пробка 1. Пробка уплотнена резиновым кольцом 4, которое поджимается гайкой 3 через резиновые шайбы. Уплотнение корпуса крана в гнезде полуоси обеспечивается резиновым кольцом 5.

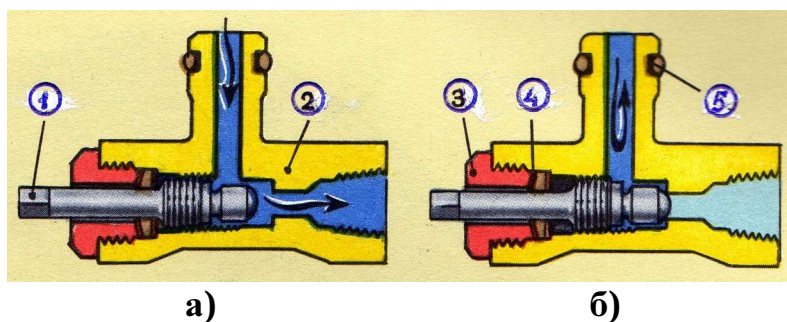


Рисунок 1.17 – Кран запора воздуха: а – открыт; б – закрыт

У автомобилей с гидравлическим приводом тормозов система регулирования давления воздуха в шинах выполняется автономной. Основные

элементы и особенности работы системы аналогичны автомобилю с пневматическим приводом тормозов.

1.6. Разработка безопасных и боестойких шин

Важнейшим шагом в направлении повышения боестойкости было создание в конце 50-х годов XX века бескамерных шин. Механические повреждения шин (в том числе, сквозные) уже не вызывали резкого падения давления воздуха. После повреждения бескамерные шины имеют небольшой пробег вследствие падения давления в случае отсутствия подкачки воздуха, но больший, чем у шин с камерами.

На колесных машинах с системой регулирования давления воздуха в шинах использование бескамерных шин несколько повышает стойкость шин к повреждениям. Однако эта система может компенсировать утечку воздуха и поддерживать давление воздуха в шинах только до определенного предела в зависимости от количества и характера сквозных повреждений шины (при отсутствии пробоя обода). Так, система обеспечивает поддержание минимально-допустимого давления воздуха в шинах автомобиля при 14 сквозных прострелах пулями калибра 7,62 мм (но не более четырех в одной шине с проходным сечением вентиля 5 мм), но только при одном – двух сквозных прострелах пулями калибра 12,7 мм [8].

Наряду с этим бескамерные шины не могут работать при отсутствии избыточного давления воздуха и при сквозном одновременном повреждении шины и обода. Одного сквозного повреждения обода бывает достаточно, чтобы вывести колесо из строя, ибо система регулирования давления воздуха в шинах не обеспечивает в этом случае поддержания даже минимально-допустимого рабочего давления в шине. Поэтому создание конструкций колес, обеспечивающих сохранение избыточного давления воздуха в шине и снижение скорости его истечения через сквозные повреждения шины и обода, является важнейшей составной частью мероприятий по созданию боестойких шин.

Существенное снижение скорости истечения воздуха при пулевых поражениях шины и обода может быть достигнуто за счет применения

распорно-герметизирующих резинокордных колец и изменения отдельных элементов конструкции шины (рисунки 1.18 и 1.19).

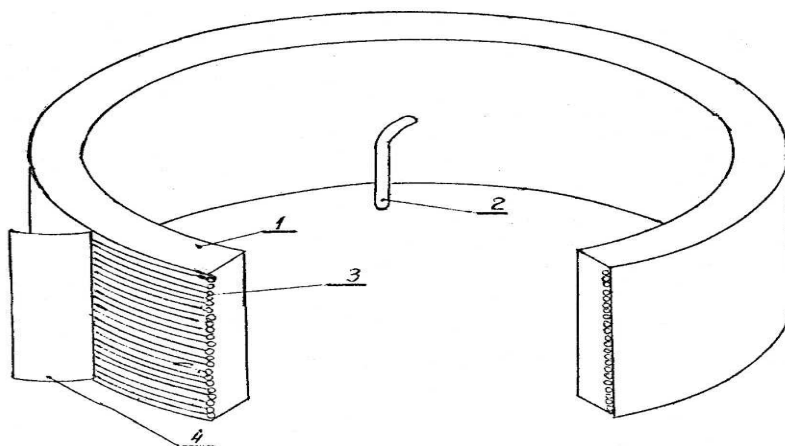


Рисунок 1.18 – Распорно-герметизирующее кольцо:

1 – внутренняя резиновая часть кольца; 2 – вентиль;
3 – металлокорд; 4 – резиновое защитное покрытие

Распорно-герметизирующее кольцо устанавливается между бортами бескамерной шины и вместе с ней одевается на внутреннюю часть обода. Для удобства монтажа и демонтажа шины с распорным кольцом внутренний диаметр кольца выбран с таким расчетом, чтобы обеспечить зазор 1...2 мм между ободом колеса и внутренней поверхностью кольца в свободном состоянии. Возникающие распорные усилия от объемного сжатия резины заставляют кольцо с большой силой прижаться к бортам шины и ободу колеса, а борта шины к закраинам ободьев.

Благодаря тому, что резина кольца находится в сжатом состоянии, при его сквозных повреждениях образовавшиеся отверстия зажимаются за счет напряжений в резине, чем обеспечивается достаточная герметичность внутренней полости шины.

Создание распорного усилия, обеспечивающего сжатие резины распорно-герметизирующего кольца и удержание бортов шины на полках обода при изменении внутреннего давления воздуха, достигается армированием кольца по всей наружной поверхности металлокордом в окружном направлении.

При сквозном простреле резинокордной оболочки шины время истечения воздуха через полученное отверстие в десятки раз меньше, чем время истечения

воздуха при простреле обода, что объясняется, в первую очередь, эластичными свойствами самой оболочки.

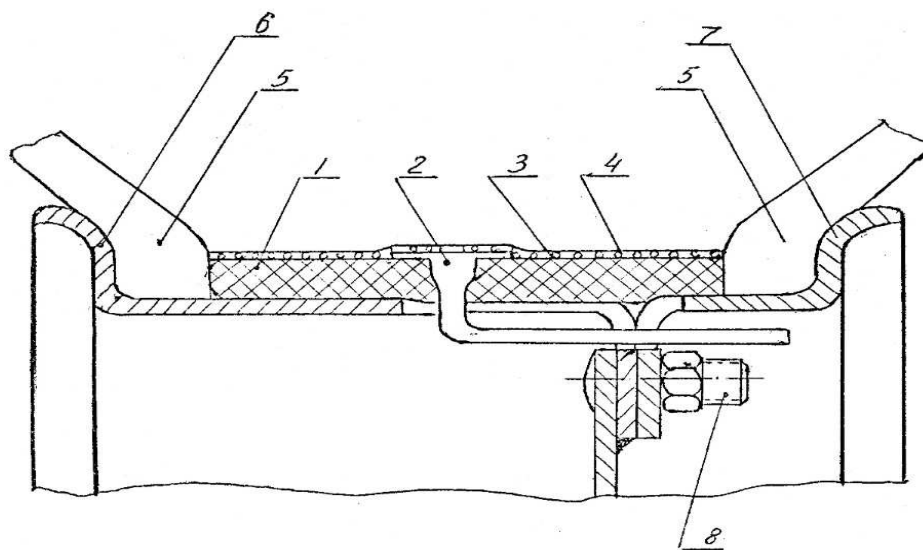


Рисунок 1.19 – Распорно-герметизирующее кольцо в рабочем состоянии:

1 – внутренняя резиновая часть кольца; 2 – вентиль; 3 – металлокорд;
4 – резиновое защитное покрытие; 5 – борта шины; 6 – внутренняя часть обода; 7 – наружная часть обода; 8 – стяжной болт

Применение распорно-герметизирующих колец обеспечивает посадку бортов шины на полки ободьев и ее герметизацию при сборке колес и позволяет эксплуатировать бескамерные шины с регулируемым давлением на негерметичных ободьях серийного производства, применяемых для шин с камерами.

Необходимо также отметить, что при пулевом простреле такого кольца падение давления воздуха в полости шины аналогично его падению при простреле самой шины. В этом случае время падения давления воздуха в шине будет соответствовать времени, показанному на рисунке 1.20 при простреле шины.

Как отмечалось ранее, применяемые в настоящее время бескамерные пневматические шины имеют один существенный недостаток – они не могут работать при отсутствии избыточного давления воздуха (при атмосферном или «нулевом» давлении), даже кратковременно.

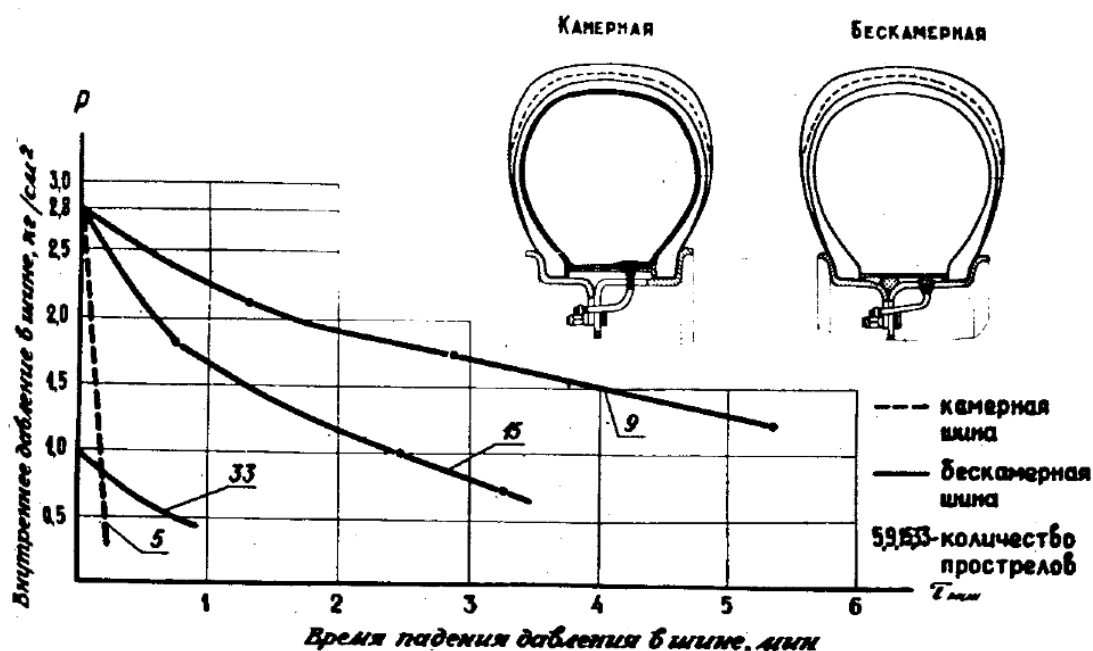


Рисунок 1.20 – Эффективность бескамерной шины по пустелосткости

С целью устранения этого недостатка работы в области создания безопасных и боестойких шин ведутся, главным образом, по четырем наиболее перспективным направлениям:

- разработка шин, имеющих специальную конструкцию боковин;
- разработка шин, заполненных упругим веществом;
- введение в шину внутреннего ограничителя деформации в виде вставок (резинометаллических, резиновых, металлических, пластмассовых, разъемных и сплошных и др.);

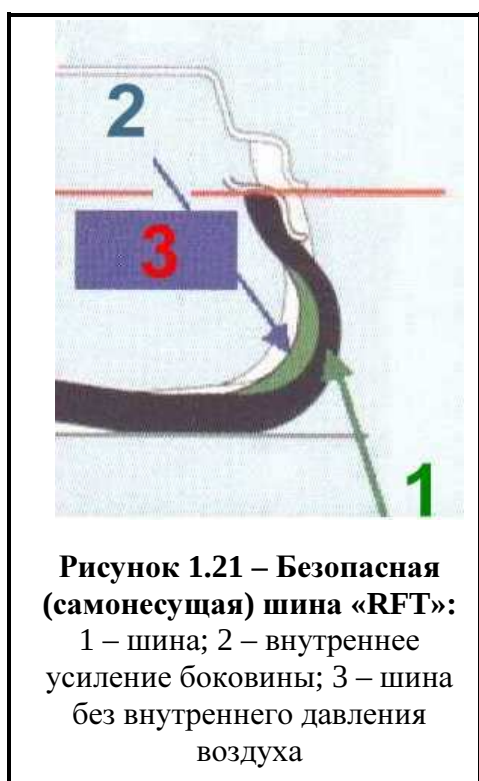
- разработка боестойких шин, постоянно работающих при «нулевом» давлении воздуха. Одной из первых разработок шин, работоспособных при «нулевом» давлении, были шины с усиленным каркасом и развитыми бортовыми зонами. Каркас имел переменную толщину по профилю покрышки: в коронной зоне – 8 слоев; в зонах боковин – 26 слоев, а в бортовых зонах – 38 слоев корда.

Шины имели ограниченный пробег при «нулевом» давлении, который на бронетранспортере ГАЗ-41 составил всего 150...300 км при скорости движения до 40 км/ч. В процессе испытаний были выявлены серьезные недостатки, связанные с конструкцией каркаса:

- повышенный нагрев при работе с номинальным давлением воздуха;
- повышенную радиальную жесткость и, как следствие, низкую эффективность применения регулирования давления воздуха в шинах и ухудшение проходимости бронетранспортера по деформируемым грунтам.

Указанные недостатки не позволили использовать шины даже в обычных условиях эксплуатации.

По этому направлению продолжаются работы, связанные с изменением конструкции боковин и созданием безопасных (самонесущих) шин. Безопасные шины при их повреждениях должны обеспечивать колесной машине возможность достаточно длительного движения, поэтому требуют специальной конструкции боковин. Примером таких безопасных шин являются шины фирм



«Pirelli», «Bridgestone» и «Continental», выполненные по технологии «RF» («Run Flat», то есть «движение на спущенной шине»). Схемы конструкции и изменения состояния таких шин при потере давления воздуха приведены на рисунках 1.21 и 1.22.

Благодаря усиленным боковинам и использованию резиновой смеси устойчивой к высоким температурам и деформациям шины «RFT» При потере внутреннего давления воздуха удерживают нагрузку, действующую на колесо автомобиля. За счет этого они обеспечивают возможность движения на расстояние 80...150 км с максимальной скоростью до 80 км/ч в зависимости от дорожных условий и нагрузки на колесо.

В настоящее время большинством ведущих производителей шин освоены технологии производства самонесущих шин, внешне неотличимых от обычных, которые поставляются для первичной комплектации автомобилей. Их установка

обуславливает обязательный контроль давления воздуха, так как водитель может не заметить прокола шины.



Рисунок 1.22 – Самонесущая и обычная шины при номинальном и нулевом давлении воздуха

Боковины повышенной жесткости имеют и отечественные шины с регулируемым давлением воздуха модели КИ-133. При движении колесной машины по деформируемым грунтам давление воздуха в шинах снижается до определенной величины и нагрузку на колесо несет каркас шины при увеличенном прогибе.

Самонесущие шины имеют следующие преимущества:

- значительно повышается уровень безопасности в случае повреждения шины;
- не требуется замена колеса на месте прокола;
- снижается масса автомобиля и увеличивается объем багажного отделения в связи с отсутствием запасного колеса, домкрата и баллонного ключа.

К недостаткам самонесущих шин относятся:

- повышение стоимости шины на 15...25 %;
- увеличение массы шины и сопротивления качению;
- повышение нагрузки на подвеску автомобиля и ободья колес;
- необходимость установки системы, обеспечивающей контроль давления воздуха в шинах;
- некоторое снижение комфортности езды за счет повышения жесткости колес.

Попытки использования шин с губчатой камерой в качестве боестойких завершились безрезультатно. Эти шины состоят из покрышки и губчатой

камеры (взамен пневматической). Губчатая камера представляет собой сплошной резиновый массив с газонаполненными ячейками, которые образуются в результате вулканизации шины (покрышки, наполненной сырой резиновой смесью и смонтированной на ободе).

Данная конструкция по сравнению с обычной пневматической шиной имеет:

- более высокую стойкость к механическим повреждениям;
- достаточно высокую работоспособность при пулевых и осколочных повреждениях;
- высокую эксплуатационную надежность и простоту обслуживания.

Однако шинам с губчатой камерой также оказались присущи серьезные недостатки, исключающие их применение: большая масса, высокое сопротивление качению и сильный нагрев при движении с высокими скоростями. Кроме того, имеют место трудности при изготовлении шин в части заполнения их смесью.

Перспективность работ в этом направлении, видимо, связана с созданием боестойких шин с регулируемым давлением воздуха, частично заполненных упругим веществом, изменяющим свои габариты в зависимости от величины внутреннего давления воздуха в шине.

Другим направлением в разработке боестойких шин явилось создание колеса с вращающейся жесткой опорой как одного из вариантов конструкции, обеспечивающей возможность работы шины при «нулевом» давлении воздуха.

Колесо с вращающейся жесткой опорой состояло из бескамерной шины 6 и трех одинаковых секторов опоры 4, вставленных по отдельности внутрь шины и скрепленных между собой болтами (рисунок 1.23).

Герметизация обода осуществлялась кольцевым резиновым шнуром 1, расположенным во впадине между частями обода 2 и 8 и прижимаемым к ободу разъемным металлическим распорным кольцом 7. Распорное кольцо удерживало борта шины на полках обода при падении давления воздуха в шине.

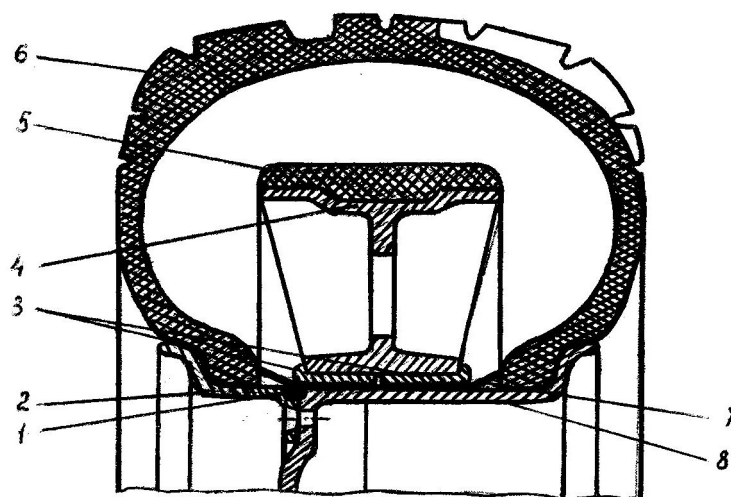


Рисунок 1.23 – Схема боестойкой шины с внутренней вращающейся опорой:

1 – уплотнительный шнур; 2 – наружная часть обода; 3 – текстолитовый подшипник;
4 – вращающаяся опора; 5 – резинокордный бандаж; 6 – бескамерная шина; 7 – распорное
кольцо; 8 – внутренняя часть обода

Монтаж шины с внутренней вращающейся опорой мог быть осуществлен одним человеком в течение 60...70 мин., демонтаж – в течение 40...50 мин. При падении давления воздуха шина садилась внутренней поверхностью коронной части на опору, которая ограничивала радиальный прогиб шины и воспринимала основную часть нагрузки, действующей на колесо. Чтобы исключить скольжение между внутренней поверхностью шины и опорой, опора могла вращаться (относительно обода) по наружной поверхности распорного кольца 7 на подшипнике скольжения 3.

Конструкция оказалась практически неработоспособной при движении с «нулевым» давлением и отключенной системой регулирования давления воздуха в шинах. При тридцатиминутной продолжительности движения автомобиля со скоростью 40 км/ч температура в шине достигла 180°С и произошло полное разрушение её беговой дорожки. Опора же сохранила работоспособность.

Тем не менее, это направление, связанное с использованием внутренних ограничителей деформации, оказалось одним из наиболее перспективных в области создания безопасных и боестойких шин.

Среди самых распространенных решений оказалась упомянутая выше кольцевая вставка, только неподвижная относительно вращающегося колеса. При номинальном давлении вставка не касается покрышки и практически не оказывает влияния на эксплуатационные свойства автомобиля. В случае же повреждения шины и резком падении внутреннего давления воздуха вставка воспринимает нагрузку на колесо и тем самым способствует сохранению работоспособности шины.

Преимущества шин с внутренними ограничителями деформации те же, что и самонесущих шин. Основные же их недостатки связаны с повышением стоимости и массы шин (а, следовательно, неподрессоренной массы) и необходимостью установки системы контроля и индикации давления воздуха в шинах.

Одной из разработок такого ограничителя деформации для шин легковых автомобилей с отношением $H/B = 0,55 \dots 0,80$ является, например, металлическое опорное кольцо «CSR» («Conti Support Ring») с эластичной прокладкой-опорой фирмы Continental, которое монтируется вместе со стандартной шиной на обычный обод (рисунок 1.24). При падении давления воздуха сохраняется возможность дальнейшего движения автомобиля с максимальной скоростью 80 км/ч на расстояние до 200 км. Опорные кольца «CSR» не требуют замены после движения в аварийном режиме, если не было разрушения колеса. Колеса с «CSR» приняты компанией Daimler-Chrysler для первичной комплектации автомобилей Maybach.

Другой разработкой внутреннего ограничителя деформации шины является металлическая вставка «PAX» фирмы Michelin покрытая эластичным материалом (система «PAX») [4]. Правда, эта конструкция включает нестандартное колесо с асимметричным ободом для упрощения монтажа и шину со специальными бортами (рисунок 1.25), исключающими ее срыв с обода при движении после потери давления.



В накачанном состоянии (рисунок 1.26, а) шина работает как стандартная, поэтому не теряет ни в сопротивлении качению, ни в обеспечении комфорта и имеет достаточно высокий индекс нагрузки.

В аварийном режиме (рисунок 1.26, б) шина опирается на вставку и на ней можно проехать до 200 км со скоростью не более 80 км/ч. Колеса с вставками «РАХ» приняты для первичной



комплектации ряда моделей автомобилей Audi, BMW и Mercedes-Benz. Они нашли применение и на бронированных колесных машинах.

К недостаткам системы «РАХ», кроме необходимости изготовления колес по новым стандартам и шин с измененной конструкцией бортов, относят высокую стоимость, а также возможность выполнения

шиномонтажных работ только на специализированных сервисных станциях.



Рисунок 1.26 – Пластиковая вставка «РАХ»:

а – шина в накачанном состоянии; б – аварийный режим работы шины

Ведущиеся в настоящее время разработки боестойких шин показали, что это свойство может быть обеспечено и на шинах атмосферного давления.



Колесо с шиной атмосферного давления (Airless), разработанное фирмой Michelin, получило название Tweel («Tire + Wheel», то есть «шина + колесо») (рисунок 1.27). Оно имеет привычную конструкцию и состоит из дискового колеса и покрышки. Но вместо внутреннего давления воздуха и усиленных боковин, протектор «держат» гибкие полиуретановые спицы. Важным достоинством такой шины, помимо боестойкости, является возможность

независимой «настройки» вертикальной жесткости колеса, которая обеспечивает необходимую плавность хода.

В этой области заслуживают внимания отечественные разработки, в частности, так называемых шин «каркасного» типа (рисунок 1.28).

Эти шины, сохраняя профиль, габариты и массу обычных пневматических шин, работают при незначительном избыточном давлении. Возможность такой работы шины получили в результате замены нитей каркаса, работающих на растяжение, на упругие пружинящие проволоки, воспринимающие часть радиальной нагрузки, расположенные таким образом, чтобы обеспечить оптимальную упругость их каркаса.

Коэффициент сопротивления качению у шин каркасного типа ниже аналогичного показателя обычных пневматических шин примерно на 25 %.

Для этих шин могут использоваться обычные серийные неразъемные обода.

Шины каркасного типа могут быть выполнены в нескольких вариантах:

- с атмосферным («нулевым») внутренним давлением;
- с регулируемым давлением. Такие шины при незначительном избыточном давлении воздуха в сочетании с каркасом «пониженной» жесткости позволяют эксплуатировать автомобиль с высокими скоростями на дорогах с твердым покрытием, а при снижении давления – в условиях, требующих повышенной проходимости;

- с внутренним ограничителем деформации.

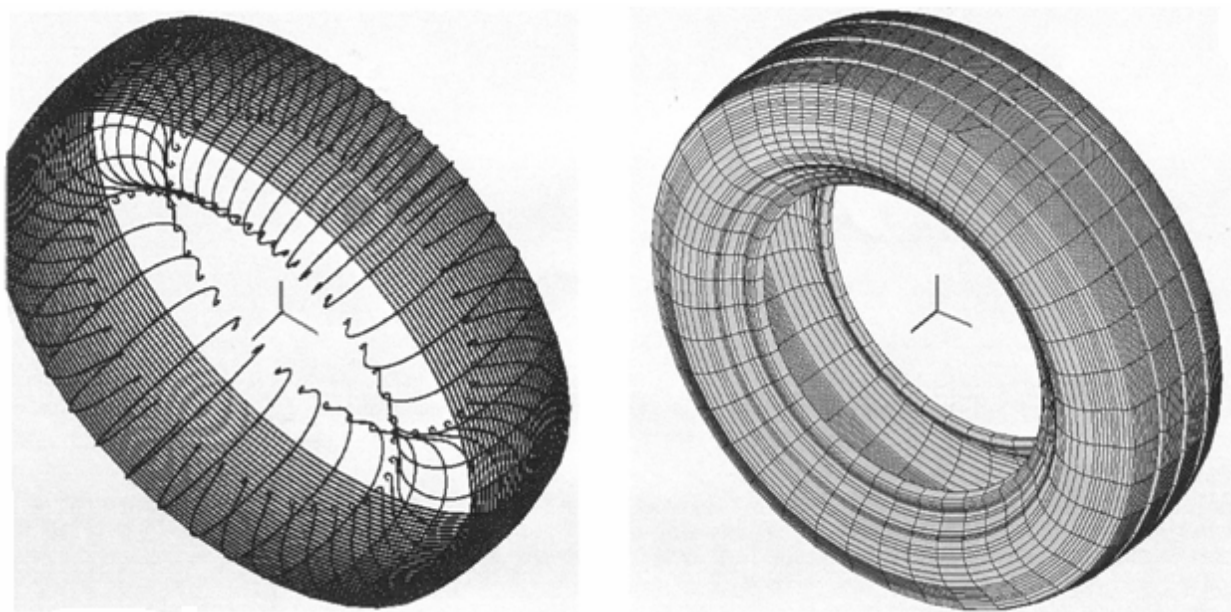


Рисунок 1.28 – Шина каркасного типа

Таким образом, материалы, приведенные в настоящем разделе, подтверждают тот факт, что работы по созданию новых безопасных и боестойких шин для автомобильной техники и военных колесных машин весьма активно проводятся ведущими фирмами - разработчиками шин.

Требования к боестойким колесам с пневматическими шинами для армейских автомобилей многоцелевого назначения и специальных колесных шасси приведены в приложении.

1.7. Выбор шин

Выбор шин для колесных машин производится на стадии проектирования.

Основой для выбора шин являются назначение, условия эксплуатации, технические характеристики и требования, заложенные в техническом задании на разработку колесной машины, а также особенности ее компоновки и конструкции.

Основными исходными показателями при выборе шин являются:

- максимальная радиальная нагрузка на колесо (с учетом перегрузки, если она допускается);
- основные размеры шины (наружный диаметр, ширина профиля, отношение Н/В) с учетом компоновочных проработок;

- максимальная скорость движения колесной машины;
- гарантийная наработка шин;
- минимально-допустимое давление воздуха в шинах (для шин с регулируемым давлением и шин для тракторов при выполнении ими сельскохозяйственных работ).

Максимальная радиальная нагрузка на колесо определяется исходя из полной массы колесной машины, числа осей и колес на каждой оси (для ВАТ – только односкатная ошиновка) и распределения нагрузки по осям (для ВАТ принимается равномерное распределение).

Выбор шин для ВАТ и тракторов производится по расчетной нагрузке на колесо. При этом расчетная нагрузка на ось ВАТ принимается на 10 % выше максимальной с учетом допускаемой перегрузки каждой оси [9].

При выборе шин для тракторов расчетная нагрузка на колесо определяется с учетом его догрузки за счет навесных сельскохозяйственных машин и технологических орудий, поэтому для передних колес тракторов с колесной схемой 4К4 и задних колес тракторов 4К2 и 4К4 принимается коэффициент запаса грузоподъемности равный 1,3 [14]. Для тракторов 4К4б, имеющих одинаковые передние и задние колеса, расчетная нагрузка принимается равной статической нагрузке на передние колеса. Кроме того, для универсально-пропашных тракторов ширина шины должна быть согласована с размерами междурядий.

Необходимо учитывать, что шины большего диаметра обеспечивают лучшие тягово-сцепные свойства, однако, повышают нагрузки в трансмиссии колесной машины и ухудшают показатели устойчивости и управляемости вследствие повышения центра масс и уменьшения угла поворота управляемых колес.

Сортамент шин, их грузоподъемность, величины внутреннего давления воздуха, максимальная скорость, основные размеры, типы рисунков протектора, рекомендуемые типы и размеры ободьев и нормы эксплуатационных режимов стандартизованы.

Выбранные шины для автомобилей должны удовлетворять требованиям по грузоподъемности (с учетом перегрузки, если она допускается, и соответствующего

(номинального) давления воздуха), критической скорости, температуре нагрева и упругим характеристикам.

Критическая скорость должна быть в 1,5...2,0 раза выше максимальной. Превышение критической скорости способствует возникновению на беговой дорожке протектора непрерывных тангенциальных колебаний со значительной амплитудой. В результате, вход участков шины в контакт с дорожным покрытием сопровождается ударами, что приводит к критическому возрастанию температуры и быстрому разрушению шины.

Допускаемая температура нагрева всех типов шин определяется свойствами резины и не должна превышать 120°C , чтобы не происходили расслоения элементов шины, разрывы каркаса и разрушения брекерного пояса и протектора.

Для тракторов по величине расчетной нагрузки на колесо и выбранной (или заданной) величине давления воздуха в шине подбор осуществляется по ГОСТ 7463.

Методика выбора шин для перспективных образцов ВАТ предусматривает три этапа [9]:

- предварительный – по приведенной удельной нагруженности шин по объему, являющейся качественным показателем уровня опорной проходимости колесной машины;
- расчетный – по результатам расчета показателей опорной проходимости колесной машины путем математического моделирования ее движения по деформируемым грунтам;
- экспериментальный – оценка выбора шин по ключевым показателям движения колесной машины по дорогам с твердым покрытием и по деформируемым грунтам.

Уровень соответствия нагрузочных и размерных показателей шин возможностям уверенного движения ВАТ по представительным деформируемым грунтам достаточно объективно характеризуется приведенной удельной нагруженностью шин по объему. Поэтому на предварительном этапе выбираются радиальные шины с удельной нагруженностью не более $8,0 \text{ т/м}^3$ и диагональные – не более $7,0 \text{ т/м}^3$.

Расчетный этап заключается в определении показателей опорной проходимости колесной машины с различными типоразмерами шин и изменением давления воздуха в них с помощью математической модели.

Экспериментальная оценка выбора шин по ключевым показателям движения колесной машины по дорогам с твердым покрытием и по деформируемым грунтам является наиболее достоверной при окончательном выборе шин для ВАТ. При этом выявляются шины, обладающие наиболее предпочтительными показателями по сопротивлению качения, тепловой нагруженности (с определением ее критических значений), и заметности по ИК-излучению, а также обеспечивающие колесной машине наилучшие показатели проходимости по деформируемым опорным поверхностям.

Конструктивное исполнение и размеры колес и ободьев выбирают в зависимости от основных размеров шин (наружного диаметра, ширины профиля и отношения Н/В), размеров тормозных дисков (или барабанов), наличия колесных (или бортовых) редукторов ведущих мостов и с учетом создания необходимых условий для охлаждения и вентиляции тормозных механизмов.

2. Колеса для автомобилей и тракторов

Колеса воспринимают всю массу колесной машины, осуществляют кинематическую связь трансмиссии с опорной поверхностью, обеспечивая передвижение и маневрирование колесной машины, а также способствуют (вместе с шинами) частичному сглаживанию и поглощению воздействий от неровностей опорной поверхности.

2.1. Требования, предъявляемые к колесам

К колесам автомобилей и тракторов предъявляются следующие требования:

- по геометрическим размерам, форме и грузоподъемности колеса должны соответствовать конструкциям шин и условиям их работы;
- колеса должны иметь минимальные массу и момент инерции при заданных конструкционном исполнении и долговечности;

- надежность работы и установки колес должна быть обеспечена в течение всего срока службы колесной машины;

- конструкция колес должна обеспечивать эффективное охлаждение тормозных механизмов;

- конструкция колес для бескамерных шин должна обеспечивать поддержание герметичности шин и надежную посадку их бортов на полки ободов (предотвращать сползание бортов шины с полок обода, особенно с наружной стороны колеса, в том числе, при понижении давления воздуха в шине);

- конструкция ободов для шин регулируемого давления должна исключать возможность проворачивания шины на ободе, как при номинальном, так и при минимально-допустимом внутреннем давлении воздуха;

- конструкция ободов для перспективных шин для ВАТ должна обеспечивать возможность монтажа на них этих шин и, при необходимости, внутреннего ограничителя деформации, а потому должна быть разъемной и герметичной;

- колеса должны соответствовать международным нормам, предъявляемым к основным геометрическим, посадочным, крепежным размерам и нагрузочным характеристикам в целях обеспечения их взаимозаменяемости;

- биение колес, допустимый дисбаланс, допуски на размеры и наклон посадочных полок ободов и установочные размеры, необходимые для нормальной работы шин, не должны превышать установленных норм;

- конструкция колес должна быть приспособлена для выполнения монтажно-демонтажных работ, проводимых при повреждениях шин;

- окраска колес должна предохранять их от коррозии в течение срока службы колесной машины, а внешний вид – гармонизировать с внешним видом колесной машины.

2.2. Классификация колес

2.2.1. По принадлежности к типу колесной машины:

- для легковых автомобилей;

- для грузовых автомобилей;

- для автобусов, троллейбусов, прицепов и полуприцепов;
- для тракторов;
- для специальных колесных машин.

В каждой группе колеса различают по габаритным размерам и грузоподъемности (максимальной радиальной нагрузке), а колеса для легковых автомобилей – и по максимальной скорости движения автомобиля.

2.2.2. По типу применяемых шин:

- колеса для камерных шин;
- колеса для бескамерных шин.

Для обеспечения герметичности посадки бескамерных шин на обода колес к поверхностям посадочных полок и закраин ободов предъявляются повышенные требования по чистоте и шероховатости.

2.2.3. По конструкции:

- дисковые – для всех колесных машин;
- бездисковые – для всех колесных машин, кроме легковых автомобилей.

2.2.4. По конструкции обода:

- неразборные глубокие (симметричные или асимметричные) обода с



наклоном посадочных полок $(5\pm 1)^\circ$ или $(15\pm 1)^\circ$ (исполнение с крутыми полками): первые – для шин легковых автомобилей, вторые – для радиальных бескамерных шин грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов, соответственно;

- полуглубокие разборные обода с тороидальными посадочными полками

(рисунок 2.1), у которых для обеспечения монтажа и демонтажа шины предусмотрен монтажный ручей;

- плоские обода, разборные в продольной или поперечной плоскостях;
- разъемные обода.

Основные присоединительные размеры автомобильных колес с разборными ободами регламентированы ГОСТ 10409.

2.2.5. По технологии изготовления:

- стальные (профилированные, штампованные или выполненные из горячекатанного проката);
- литые (из алюминиевых или магниевых сплавов);
- кованые (из алюминиевых или магниевых сплавов);
- из полимерных композиционных материалов [2].

2.3. Конструкции колес

2.3.1. Дисковые колеса

Производство дисковых колес в настоящее время является преобладающим в силу простоты конструкции, высокой точности крепления колес на ступицах и отработанности технологии серийного производства.

Основными характеристиками дисковых колес являются ширина профиля обода b , посадочный диаметр d и угол наклона посадочных полок $\gamma_{пп}$.

Для легковых, легких грузовых автомобилей и автобусов особо малой вместимости применяются дисковые колеса с неразборными (асимметричными или симметричными) глубокими ободами, имеющими угол наклона посадочных (конических) полок $\gamma_{пп} = 5^\circ$ (рисунок 2.2). Конические полки улучшают посадку бортов шины на ободе, увеличивают срок службы бортов, обеспечивают надежную передачу шиной крутящего момента.

Неразборный глубокий обод состоит из следующих элементов:

- закраин 1, представляющих собой боковые упоры для бортов шины;
- полок 2, представляющих собой посадочные места бортов шины и осуществляющих передачу сил в окружном направлении;
- ручья 7, который для осуществления монтажа и демонтажа шины выполняется глубоким (глубокий обод).

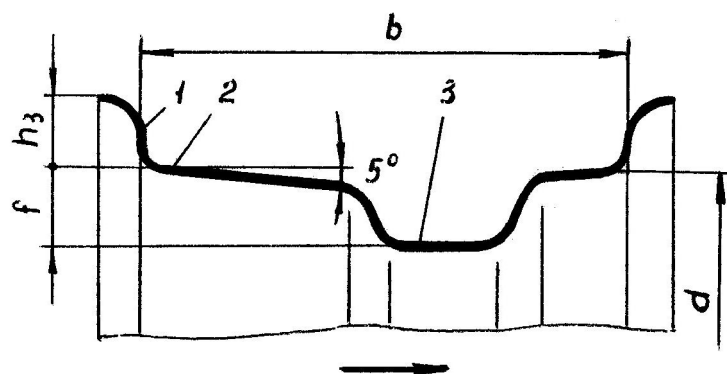


Рисунок 2.2 – Асимметричный обод дискового колеса для легковых автомобилей:
 1 – закраина; 2 – полка; 3 – ручей; b – ширина профиля обода; d – посадочный диаметр;
 f – глубина ручья; h_3 – высота закраины; 5° – угол наклона посадочных полок

Асимметричный обод имеет смещение ручья к наружной стороне колеса для того, чтобы оставалось больше места для размещения тормозного механизма.

Для надежной посадки бортов радиальных бескамерных шин и предотвращения их сползания с полок ободов колес, что при криволинейном движении автомобиля с частично пониженным давлением воздуха хотя бы в одной из шин может привести к потере управляемости, полки ободов для легковых автомобилей изготавливают, как правило, с безопасными контурами.

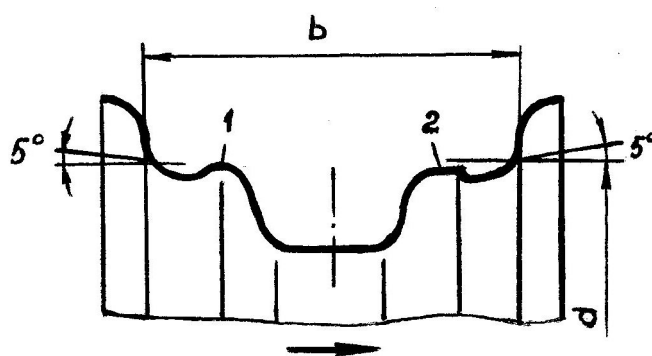


Рисунок 2.3 – Симметричный обод с комбинированным подкатом:
 1 – подкат с внутренней стороны обода; 2 – плоский подкат с наружной стороны обода

Наибольшее применение нашли: подкат («Hump», обозначается Н) и плоский подкат («Flat-Hump», обозначается FH). Подкат (рисунок 2.3) представляет собой расположенный по поверхности одной из полок обода закругленный выступ 1, а плоский подкат – выступ 2 с относительно острой кромкой.



В процессе эксплуатации радиальных бескамерных шин было установлено, что безопасные контуры целесообразно применять на обеих сторонах ободов для легковых автомобилей (рисунок 2.4). Это двусторонний подкат (обозначается Н2) или комбинированный подкат (обозначается СН), при котором наружная полка обода выполняется с плоским подкатом, а внутренняя – с подкатом.

Для грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов при установке радиальных бескамерных шин применяются дисковые колеса с неразборными ободами с крутыми полками, имеющими угол наклона 15° (рисунок 2.5), а при установке камерных шин – колеса с плоскими разборными ободами с косыми (коническими) посадочными полками, имеющими угол наклона 5° .

Разборные обода бывают двух- или трехкомпонентными (рисунок 2.6).

При одинаковом основании 1 трехкомпонентный обод (рисунок 2.6, а) состоит из бортового кольца 3, выполненного в виде закраины, и разрезного замочного кольца 2, а двухкомпонентный (рисунок 2.6, б) – из разрезного бортового кольца 3, одновременно выполняющего функцию замочного.

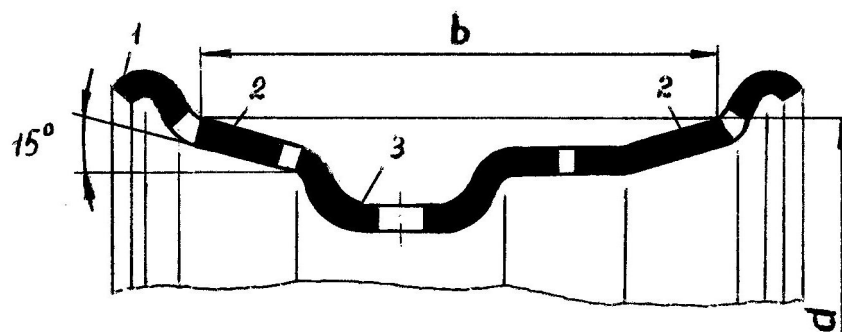


Рисунок 2.5 – Неразборный обод с крутыми полками:

1 – закраина; 2 – полка; 3 – ручей; b – ширина профиля обода; d – посадочный диаметр;
 15° – угол наклона посадочных полок

К недостаткам двухкомпонентного обода относятся пониженная жесткость разрезного бортового кольца, наличие острых кромок в месте разреза и зазора в стыке.

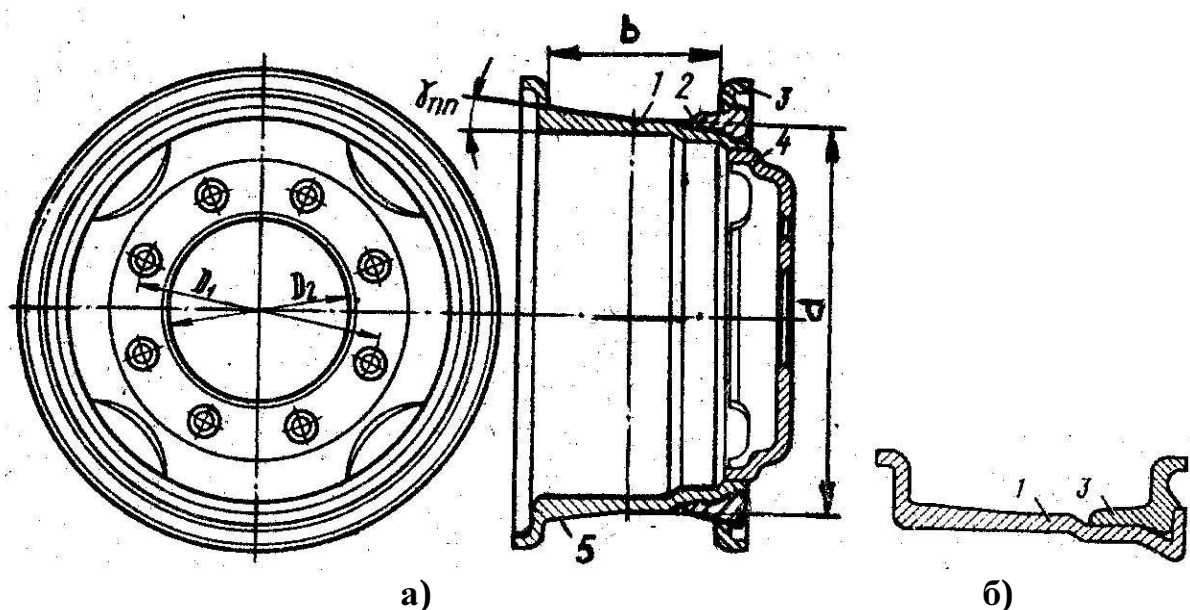


Рис. 2.6. Колесо с плоским разборным ободом:

а – трехкомпонентный обод; б – двухкомпонентный обод;

1 – основание обода; 2 – замочное кольцо; 3 – бортовое кольцо; 4 – диск колеса; 5 – посадочная полка; b – ширина профиля обода; $\gamma_{пл}$ – угол наклона посадочных полок; d – посадочный диаметр; D_1 – диаметр расположения крепежных отверстий; D_2 – диаметр центрального отверстия

Колеса с разборными ободами с косыми полками являются наиболее простыми по конструкции и широко распространенными, несмотря на то, что при одинаковой массе могут воспринимать меньшую нагрузку по сравнению с неразборными колесами с ободами с крутыми полками. Кроме того, они оставляют меньше места для охлаждения тормозных механизмов и больше нагреваются.

Для автомобилей, оборудованных шинами с регулируемым давлением воздуха, применяются дисковые колеса с разъемным ободом и с внутренним распорным кольцом, которые бывают обычного и уширенного профиля, а также колеса с полуглубоким ободом с тороидальными посадочными полками.

Дисковое колесо с разъемным ободом (рисунок 2.7) состоит из диска 4 и приваренного к нему обода 2, бортового 3 и посадочного 5 колец и распорного кольца 1. Диск и бортовое кольцо при монтаже шины соединяются болтами 6 с гайками 9. Разрезное распорное кольцо со специальным шарнирным замком прижимает борта шины к закраинам обода.

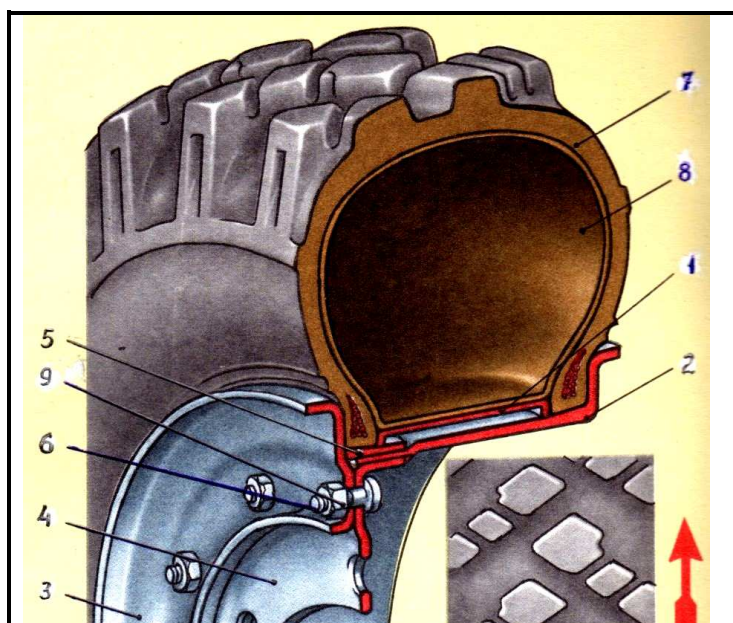


Рисунок 2.7 – Дисковое колесо с разъемным ободом и распорным кольцом:

1 – распорное кольцо; 2 – обод колеса; 3 – бортовое кольцо; 4 – диск колеса; 5 – посадочное кольцо; 6 – болт крепления бортового кольца; 7 – крышка; 8 – камера; 9 – гайка крепления бортового кольца

У современных армейских автомобилей, оборудованных системой регулирования давления воздуха в шинах, передача крутящего момента от шины к ободу при минимально-допустимом внутреннем давлении воздуха в шине обеспечивается плотной посадкой бортов шины на конических полках обода. Распорное кольцо в этом случае удерживает борта шины от случайного сползания с конических полок обода.

Дисковое колесо с полуглубоким ободом с тороидальными посадочными полками (рисунок 2.8) также состоит из диска 10 и приваренного к нему обода 1. Оба бортовых кольца 2 – съемные, причем наружное – фиксируется замочным разрезным кольцом 7. Ограничитель 8 обеспечивает фиксацию наружного и замочного колец в строго определенном положении. В ограничителе одновременно фиксируется защитный кожух шланга подвода воздуха после установки колеса на ступицу.

Тороидальные поверхности посадочных полок обода обеспечивают постоянный натяг между крышкой и ободом, надежную посадку бортов крышки на полки обода без распорного кольца при заданном диапазоне изменения давления воздуха в шине.

Колесо с ободом такой конструкции в случае герметизации вентиля позволяет устанавливать на него бескамерные шины с регулируемым давлением воздуха.

Для шин грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автобусов соответствующих классов применяются дисковые колеса с плоскими разборными ободами, имеющими две съемные закраины (рисунок 2.9).

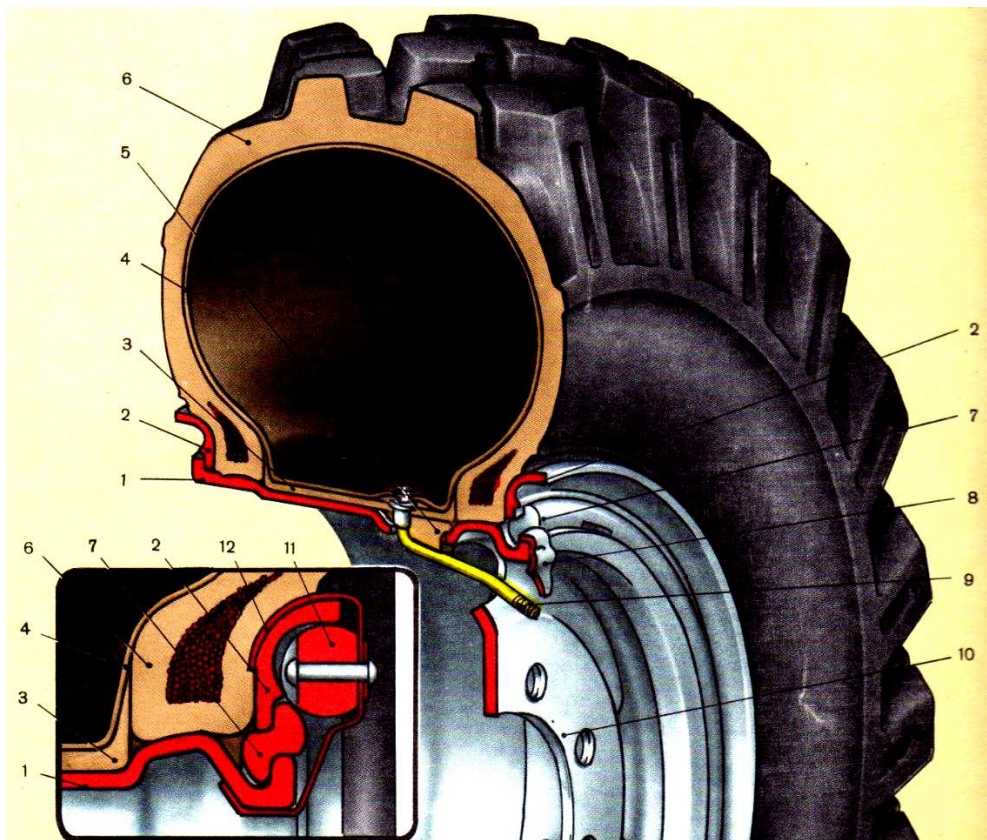


Рисунок 2.8 – Дисковое колесо с полуглубоким ободом с тороидальными посадочными полками:

1 – обод колеса; 2 – бортовые кольца; 3 – ободная лента; 4 – камера; 5 – уплотнитель вентильного паза; 6 – покрывка; 7 – замочное кольцо; 8 – ограничитель; 9 – вентиль камеры; 10 – диск колеса; 11 – балансировочный груз; 12 – скоба крепления груза

Для шин тракторов общего назначения и универсально-пропашных тракторов применяются дисковые колеса по конструкции аналогичные колесам грузовых автомобилей.

Тракторы общего назначения имеют все колеса одинакового размера, а универсально-пропашные тракторы – передние управляемые колеса меньшего размера по сравнению с задними ведущими колесами, что сделано для облегчения поворота и уменьшения радиуса поворота, а также в связи с необходимостью изменения колеи ведущих колес для выполнения сельскохозяйственных работ [3].

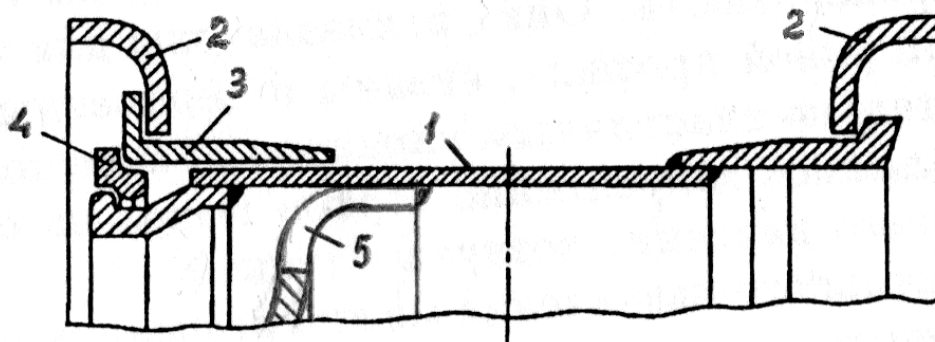
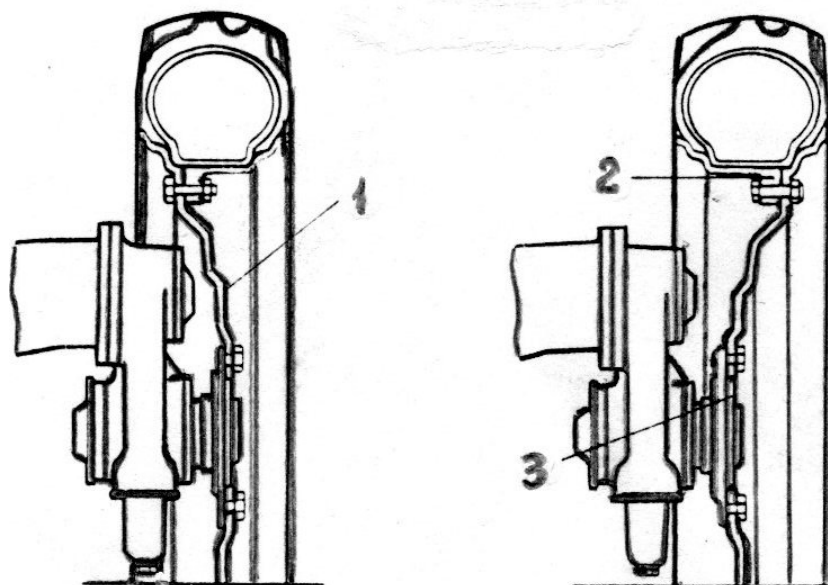


Рисунок 2.9 – Колесо широкопрофильной шины:
 1 – основание обода; 2 – закраина; 3 – посадочное кольцо;
 4 – замочное кольцо; 5 – диск колеса

Изменение колеи, показанное на рисунке 2.10, возможно у тракторов, у которых диски 1 задних ведущих колес приворачиваются болтами к фланцам 3 валов привода и к кронштейнам 2 ободов колес. Меняя задние колеса в сборе с дисками местами, можно изменить колею на одну величину, а, переставляя диски колес на кронштейнах ободов, – на другую величину [12].



**Рисунок 2.10 – Изменение колеи ведущих колес трактора
 путем перестановки обода относительно диска:**
 1 – диск заднего ведущего колеса; 2 – кронштейн обода колеса;
 3 – фланец вала привода колеса

Ступенчатое изменение колеи задних ведущих колес предусмотрено в конструкции трактора МТЗ-80 (рисунок 2.11). Ступица колеса закреплена на полуоси 1 с помощью шпонки и вкладыша 3. Во вкладыше смонтирован червяк 2, витки которого заходят в прорези полуоси. Поворачивая червяк, можно

передвинуть ведущее колесо на полуоси и получить требуемую для работы колею. Для этого необходимо поднять домкратом колесо и ослабить болты крепления вкладыша к ступице колеса.

Чтобы получить наибольшую колею, диски ведущих колес трактора должны быть расположены выпуклой частью внутрь.

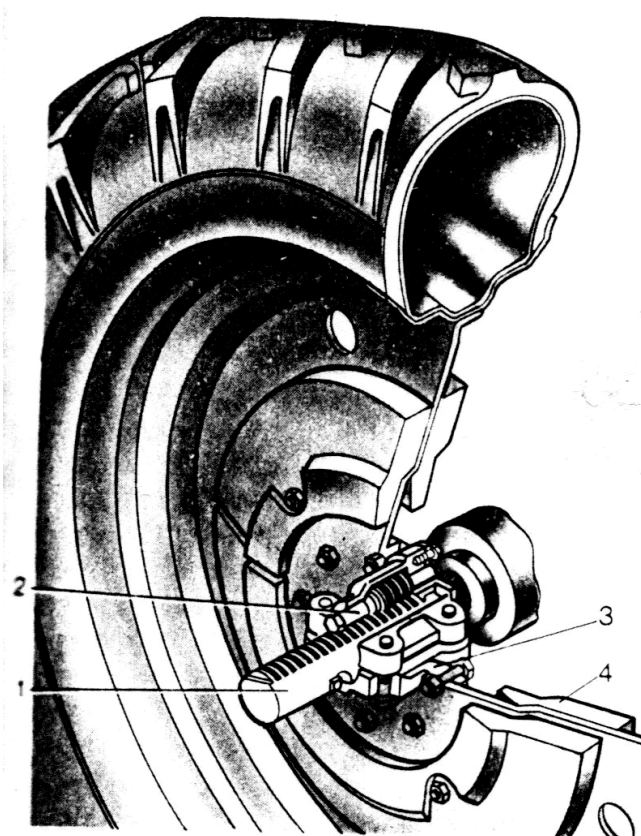


Рисунок 2.11 – Заднее ведущее колесо трактора МТЗ-80:
1 – полуось; 2 – червяк; 3 – вкладыш; 4 – дополнительный груз

Для увеличения сцепления ведущих колес трактора с опорной поверхностью при выполнении сельскохозяйственных работ на диски вешают дополнительные грузы 4, которые снимают при использовании трактора на транспортных работах.

Дисковым колесам присущи следующие недостатки:

- ограниченная возможность дальнейшего повышения грузоподъемности автомобилей без увеличения размеров и массы колес из-за их низкой удельной грузоподъемности (отношения вертикальной нагрузки на колесо к массе колеса), не превышающей 560...700 Н/кг;

- недостаточная долговечность колес, определяемая в основном долговечностью дисков;
- плохое охлаждение ободов, шин и тормозных механизмов;
- высокая трудоемкость изготовления и обслуживания колес в процессе эксплуатации автомобилей, вызванная большой номенклатурой деталей крепления и повышенной массой колес.



Наибольшую удельную грузоподъемность, превышающую примерно на 30...35 % удельную грузоподъемность колес с разборными ободами с косыми полками, имеют колеса с широкими неразборными ободами с крутыми полками, на которые монтируются радиальные бескамерные шины для грузовых автомобилей с отношением $H/B = 0,7...0,8$ (рисунок 2.12).

В дисковых колесах для снижения массы предусматривают отверстия, которые одновременно служат для удобства монтажа и демонтажа и для вентиляции тормозных механизмов.

2.3.2. Бездисковые колеса

Бездисковые колеса применяют на грузовых автомобилях, у которых номинальная нагрузка на колесо превышает 20 кН и тракторах общего назначения с колесной формулой 4К46. Они состоят из обода и спицевой ступицы. Обода на ступицах крепят прижимами, болтами или шпильками и гайками, имеющими только правую резьбу.

Известны две принципиально отличающиеся конструкции бездисковых колес: с продольно-разборными и поперечно-разборными ободами. Крепление бездисковых колес на ступицах осуществляется по единым схемам.

В настоящее время бездисковые колеса с продольно-разборными ободами (рисунок 2.13) нашли достаточно широкое применение в автомобильной

промышленности. Однако им присущи недостатки, сдерживающие дальнейшее их распространение:

- относительно низкая точность и повышенная трудоемкость установки колес на ступицах;

- недостаточная надежность закрепления, что в эксплуатации приводит к провороту колес на ступицах и, как следствие, срезу ограничителей проворота и обрыву вентилях камер;

- жесткие требования к производству ободов с целью обеспечения минимальных отклонений посадочных размеров, овальности, величин осевых и радиальных биений.

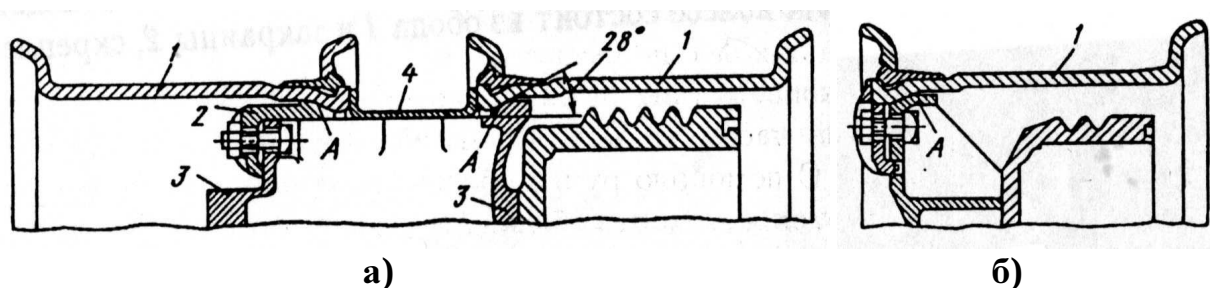


Рисунок 2.13 – Бездисковые колеса с продольно-разборными ободами:

а – крепление сдвоенных колес; б – крепление одиночного колеса;

1 – обод; 2 – прижим; 3 – ступица; 4 – распорное кольцо;

А – коническая поверхность

Бездисковые колеса с поперечно-разборными ободами (рисунок 2.14) считаются более перспективными [6, 10, 13]. Обод обычно состоит из трех сегментов 1 равного размера, замыкаемых при сборке в единое кольцо, и имеет кольцевой внутренний выступ с коническим поясом, обращенным к ступице 2 колеса. Аналогичный конический пояс имеет и ступица. Таким образом, центрирование обода по ступице осуществляется этими коническими поверхностями. Крепление обода к ступице осуществляется зажимами 4, затягиваемыми гайками 3 на шпильках 5. Эта конструкция позволяет практически устранить перечисленные выше недостатки как дисковых, так и бездисковых колес с продольно-разборными ободами.

Колеса с поперечно-разборными ободами по сравнению с колесами с продольно-разборными ободами имеют следующие недостатки:

- увеличенную примерно на 18 % металлоемкость;
- сложность обеспечения герметичности обода при применении бескамерных шин;
- сложность обработки посадочных и стыковых поверхностей секторов.

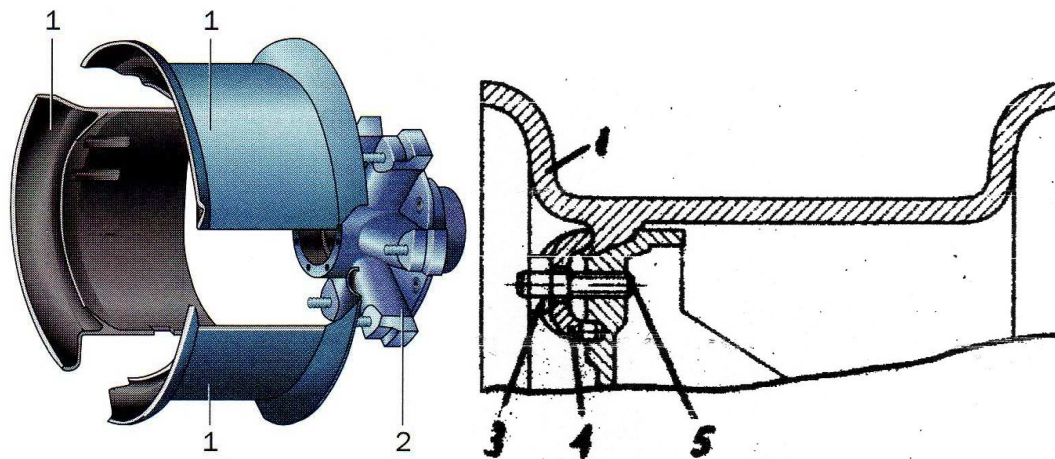


Рисунок 2.14 – Бездисковое колесо с поперечно-разборным ободом:

1 – сегменты обода; 2 – спицевая ступица колеса; 3 – гайка; 4 – зажим; 5 – шпилька

У тракторов общего назначения бездисковая конструкция ведущих колес позволяет сократить габаритную ширину при сохранении дорожного просвета, так как конечные передачи при бездисковых колесах располагаются внутри ободов колес.

2.3.3. Колеса для специальных колесных машин

К колесам для специальных колесных машин относятся колеса для арочных шин, пневмоклатков и колесных машин большой грузоподъемности.

Для арочных шин применяются специальные колеса с мягким резиновым уплотнителем (рисунок 2.15). Они состоят из специального обода – сферической обечайки 1 – с приваренными к нему внутренними бортовыми кольцами 5 и диском 2, съемных бортовых колец 4, резиновых уплотнительно-компенсирующих колец 3 и крепежных болтов и гаек.

Герметизация осуществляется зажатием бортов шины между съемными бортовыми, резиновыми и внутренними бортовыми кольцами. Диаметр уплотнительно-компенсирующего кольца, а также его жесткость выбирают из условия необходимого усилия нажатия на борт шины при минимально-

допустимой его толщине. В этом случае борт шины не имеет остаточной деформации. Такой способ герметизации является наиболее целесообразным для колес арочных и широкопрофильных бескамерных шин грузовых автомобилей, работающих в тяжелых дорожных условиях, а также для колес пневмокатков.

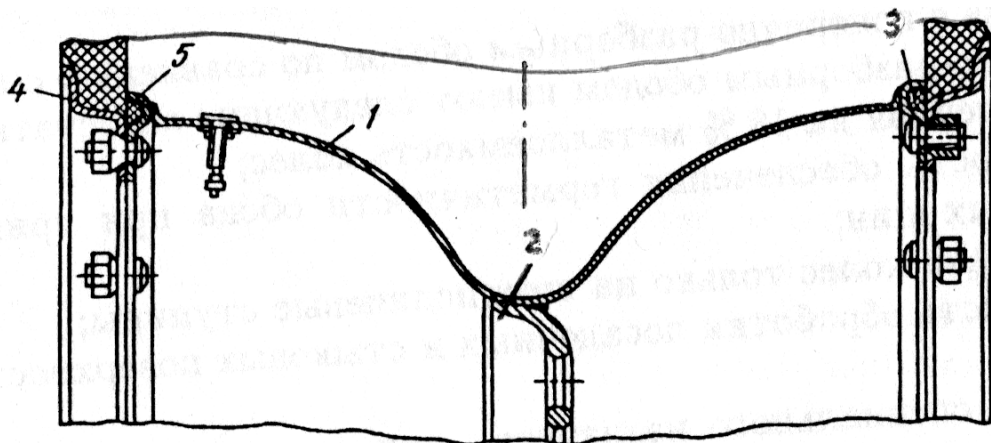


Рисунок 2.15 – Дисковое колесо для арочной шины:

1 – обод колеса; 2 – диск; 3 – резиновое кольцо;
4 – бортовое кольцо; 5 – внутреннее бортовое кольцо

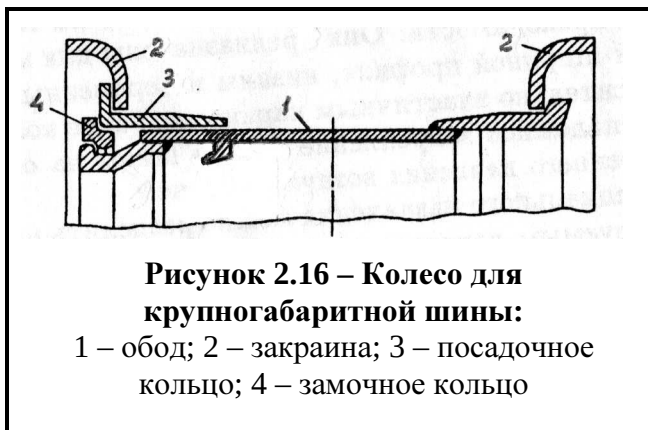


Рисунок 2.16 – Колесо для крупногабаритной шины:

1 – обод; 2 – закраина; 3 – посадочное кольцо; 4 – замочное кольцо

Обода пневмокатков по принципу закрепления бортов шины сходны с ободами арочных шин.

Колеса для колесных машин большой грузоподъемности, в основном, бездисковые (рисунок 2.16). Они состоят из основания обода

1, изготовленного сваркой, посадочного кольца 3, съемных закраин 2 и съемного замочного разрезного кольца 4. Монтаж и демонтаж крупногабаритных шин на ободах производят с использованием специального оборудования.

2.4. Материалы и технология изготовления колес

Колеса крупносерийного производства изготавливаются в основном методом холодной штамповки из стального листа и состоят из обода и

соединенного с ним сваркой диска. Колеса из алюминиевого или магниевого сплавов изготавливаются методами кокильного литья под низким давлением или горячей объемной штамповки (ковки).

Основными преимуществами колес из стального листа являются низкая стоимость и возможность восстановления (рихтовки) после деформации (смятия, изгиба). К их недостаткам можно отнести низкую коррозионную стойкость, относительно большую массу (например, масса колеса легкового автомобиля размером 5¹/₂Jx13 составляет в среднем 6,5 кг) и невыразительный дизайн.

Литые колеса из алюминиевого или магниевого сплавов (рисунок 2.17) обладают высокой коррозионной стойкостью и весьма выразительным дизайном. По сравнению с колесами из стального листа той же размерности они имеют меньшую массу (на 15 и 30 %, соответственно) и большую прочность. В результате у автомобиля с такими колесами снижается неподрессоренная масса, что благоприятно сказывается на работе подвески. При одинаковой эффективности работы амортизаторов обеспечивается лучший контакт колес автомобиля с опорной поверхностью. Меньший момент инерции литых колес обеспечивает автомобилю лучшие динамические и тормозные свойства. Кроме того, легкие сплавы обладают хорошей теплопроводностью, что в совокупности с большими отверстиями в дисках способствует более эффективному охлаждению тормозных дисков и суппортов.



Рисунок 2.17 – Литые колеса

Основными недостатками литых колес являются: излишне толстые стенки; хрупкость из-за наличия скрытых литейных пор и раковин; сложность (зачастую невозможность) восстановления; высокая стоимость.

Кованные колеса прочнее литых, толщина их стенок меньше в 1,5...1,8 раза, а масса ниже на 15...22 % [6]. Кованные колеса не трескаются (не раскалываются) и не подвержены смятию. Основным их

недостатком является более высокая стоимость по сравнению с литыми колесами.

Общим же недостатком кованых и литых колес, проявляющимся при эксплуатации автомобиля на разбитых дорогах, является их высокая жесткость. Эти колеса (в отличие от обычных стальных колес) практически не обладают податливостью, в результате чего, прямые удары в них передаются непосредственно на подвеску и ходовую часть автомобиля и в значительной степени снижают их ресурс.

Колеса из магниевых сплавов легче и прочнее, чем из алюминиевых. Однако они не нашли широкого применения из-за низкой коррозионной стойкости. Для защиты таких колес от воздействия окружающей среды их покрывают защитными лаками или красками, что приводит к дальнейшему увеличению их стоимости.

Материалами для колес из полимерных композиционных материалов являются армированные пластики на основе стеклянных, углеродных или гибридных волокон и термореактивных (полиэфирных, эпоксидных, эпоксифенольных) или термопластичных связующих (поликарбонатных, полиамидных). Стеклонаполненные термопласты перерабатываются в изделия высокопроизводительным методом литья под давлением, а стеклопластики на основе полиэфирных и фенольных смол, являющиеся наиболее дешевыми материалами, – методом прессования.

На рисунке 2.18 показаны примеры конструкций колес из стеклопластика для грузовых (рисунок 2.18, а, колесо с разъемным ободом) и легковых (рисунок 2.18, б, неразборное колесо) автомобилей, изготовленных методами прессования из препрега и литья под давлением из стеклонаполненного поликарбоната, соответственно.

На рисунке 2.19 показана конструкция колеса для шины регулируемого давления, где основание обода изготовлено методом намотки стеклоткани, пропитанной связующим составом на основе эпоксидной смолы. В таблице 2.1 приведены методы изготовления колес из полимерных композиционных

материалов, которые зависят от объема производства, применяемого материала и конструкции колеса.

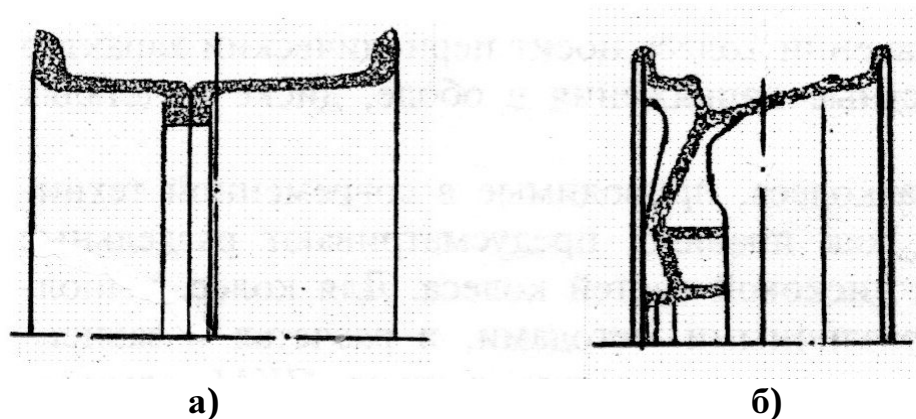


Рисунок 2.18 – Колеса из стеклопластика

Таблица 2.1 – Методы изготовления колес из полимерных композиционных материалов

Материал	Объем производства	Особенности конструкционного исполнения	Метод изготовления
Слоистый стеклопластик на основе полиэфирного связующего холодного отверждения	Опытное, единичное	Не ограничены	Контактное формование
Слоистый стеклопластик на основе полиэфирного связующего горячего отверждения	Мелкосерийное	Разъемное колесо с элементами постоянного или переменного сечения, пригодными для прямого прессования	Прессование
Препрег или дозируемый прессматериал	Среднесерийное	Разъемное колесо с элементами постоянного сечения, пригодными для прямого прессования	Прессование
Стеклонаполненный термопласт	Крупносерийное	Неразъемное колесо простой конфигурации и небольшого размера	Штамповка
Стеклонаполненный термопласт	Крупносерийное	Неразъемное колесо сложной конфигурации	Литье под давлением
Слоистый стеклопластик на основе эпоксидного связующего горячего отверждения	Серийное	Ободная часть разъемного колеса	Намотка

Применение полимерных композиционных материалов существенно расширяет возможности конструкторов в области разработки нетрадиционных конструкций колес. Например, выполняя дисковую часть колеса сферической

или эллиптической при радиальном расположении армирующих волокон, принципиально возможно создание колес, повышающих плавность хода автомобиля, которые будут функционировать как амортизаторы системы подпрессоривания и низкопрофильные шины.

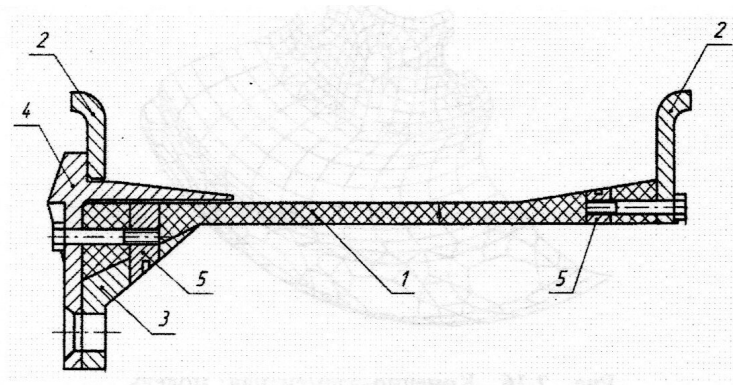


Рисунок 2.19 – Конструкция колеса с основанием обода из полимерного композиционного материала:

1 – основание обода; 2 – бортовые кольца; 3 – торцевое кольцо; 4 – фланцевое кольцо; 5 – штифтово-болтовые соединения

2.5. Обозначения колес

Устанавливаемые стандартами различных стран обозначения колес наносятся на одну из сторон диска колеса или обода бездискового колеса и включают:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- номер колеса;
- размеры обода и конструкцию полок;
- стандарт, которому соответствуют размеры колеса (DIN, ГОСТ);
- дату изготовления (месяц или неделю и год изготовления).

Размеры ободов дисковых колес включают ширину профиля и посадочный диаметр обода в дюймах или миллиметрах, разделенные знаком «х» для неразборных глубоких ободов (5Jx13) и ободов с крутыми полками (9.00x19,5) и знаком «-» – для разборных полуглубоких (228Г-508) и плоских ободов (10.0-20; 330-533). Буквы между цифрами указывают на различную форму закраин и различное исполнение полок и ручья (информацию можно найти в справочной литературе).

При наличии безопасного контура на полках ободов для легковых автомобилей этот контур указывается в обозначении после размеров обода (например, 5Jx13H2, где H2 означает двусторонний подкат). Также указывается вылет колеса (ЕТ) в миллиметрах, например, ЕТ30. Таким образом, полная характеристика дисковых колес для легковых автомобилей имеет вид, приведенный на рисунке 2.20.



Рисунок 2.20 – Характеристика дискового колеса легкового автомобиля

Расположение ручья глубокого обода колеса (симметричное или асимметричное) видно по колесу и не маркируется.

Соответствие размеров шин легковых автомобилей размерам профиля ободьев колес приведено в таблице 2.2.

2.6. Способы крепления и центрирования колес

Колеса крепятся к ступицам и вращаются на них. Существует два типа ступиц: фланцевые и спицевые.

На легковых автомобилях, грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности и тракторах для дисковых колес применяются фланцевые ступицы (рисунок 2.21). Колесо автомобиля крепится к фланцу ступицы 5, вращающейся на роликовых подшипниках 4 и 6, установленных на цапфе 17 поворотного кулака.

Таблица 2.2 – Соответствие размеров шин размерам профилей ободьев колес

Обозначение шины	135/80R12	155/80R13	155/65R13 145/80R13	175/70R13	185/65R13 175/60R13
Обозначение обода колеса	4,00B	4½J	5J	5J, 5½J	5½J
Обозначение шины	155/65R14	185/70R14 165/65R14	175/65R14	185/55R14 165/55R14	205/70R14
Обозначение обода колеса	4,5J, 5J, 5½J	5J, 5½J	5J, 5½J, 6J	6J	6J, 6½J
Обозначение шины	175/65R15 175/60R15	185/65R15 175/50R15	205/65R15 195/55R15	215/75R15 205/60R15 195/45R15	235/75R15 225/75R15
Обозначение обода колеса	5½J, 6J	6J	6J, 6½J	6½J, 7J	7J
Обозначение шины	175/80R16	205/60R16	235/60R16 225/65R16 205/50R16	245/70R16 225/55R16	265/70R16 255/65R16 245/50R16
Обозначение обода колеса	5½J, 6J	6J, 6½J, 7J	6½J, 7J	7J, 7½J	8J
Обозначение шины	235/60R17 215/50R17 205/50R17	225/50R17 215/35R17	245/60R17 235/45R17	255/65R17 245/50R17	285/70R17 265/65R17
Обозначение обода колеса	7J	7J, 7½J	7½J, 8J	8J	8J, 8½J
Обозначение шины	235/60R18	255/55R18 245/45R18	265/65R18 235/40R18	255/45R18 245/40R18	285/55R18 275/40R18
Обозначение обода колеса	7½J	7½J, 8J	8J	8J, 8½J	8½J, 9J
Обозначение шины	225/55R19	235/55R19 225/35R19	255/45R19 245/35R19 235/35R19	255/30R19	265/50R19
Обозначение обода колеса	7½J	8J	8J, 8½J	8½J, 9J	9J, 9½J
Обозначение шины	255/50R20 225/30R20	245/40R20	265/50R20	275/40R20	305/50R20 285/50R20
Обозначение обода колеса	8J	8J, 8½J	8½J, 9J	8½J, 9J, 9½J	9J, 10J
Обозначение шины	245/40R22	265/40R22	295/40R22 285/45R22	305/40R22	305/30R26
Обозначение обода колеса	8½J	9½J	9½J, 10J,	10J, 10½J	10J

На грузовых автомобилях для бездисковых колес применяются спицевые ступицы (см. рисунок 2.14, поз. 2). В их конструкции пять или шесть спиц выполняют функции дисков колес, а разъемно-разборный обод 3 (рисунок 2.22) устанавливают на конических посадочных поверхностях, выполненных на концах спиц 1. Колесо от поперечных перемещений удерживается прижимами, крепящимися на шпильках 2 к спицам.

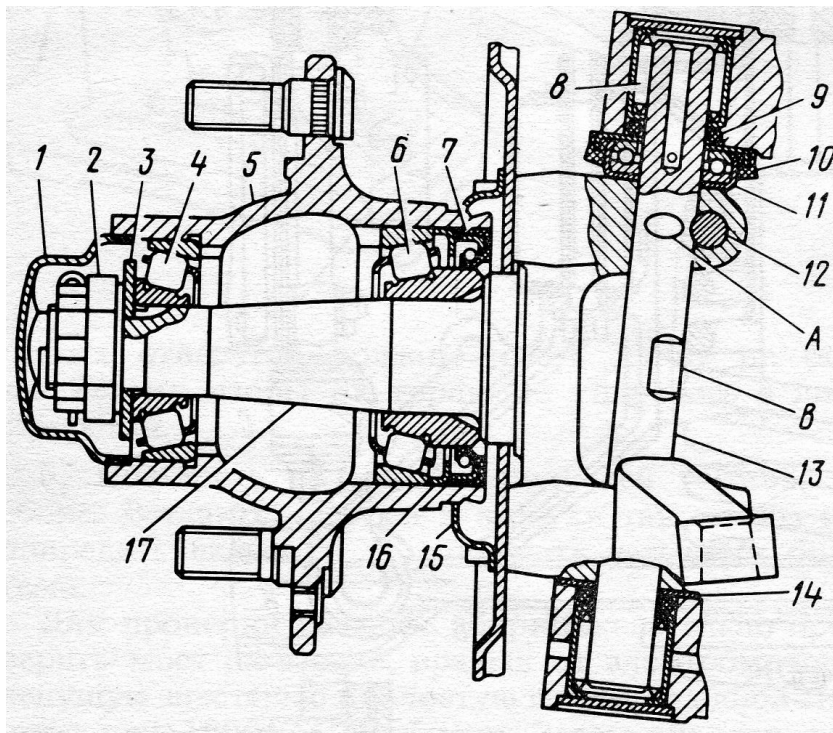


Рисунок 2.21 – Фланцевая ступица:

1 – колпак ступицы; 2 – гайка; 3 – стопорная шайба; 4 и 6 – подшипники;
5 – ступица; 7 – сальник; 16 – упорная шайба; 17 – цапфа

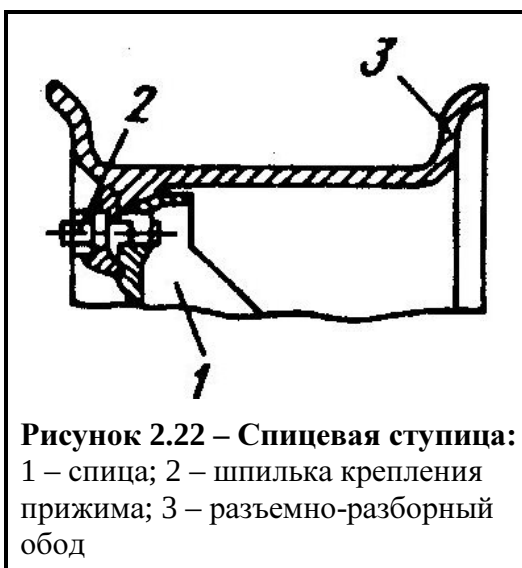


Рисунок 2.22 – Спицевая ступица:

1 – спица; 2 – шпилька крепления прижима; 3 – разъемно-разборный обод

Ступицы колес изготавливают литьем из ковкого чугуна.

Применяются два способа центрирования дисковых колес при креплении на ступицах:

- по коническим и сферическим поверхностям, по которым сопрягаются прижимные части крепежных болтов (или гаек) (рисунок 2.23) и гнезда крепежных отверстий в диске – на всех колесных

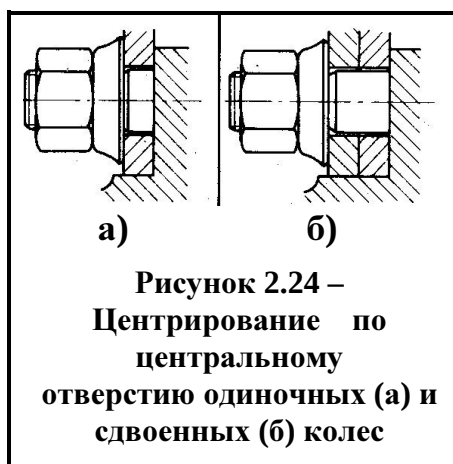
машинах. Радиус сферы обычно составляет 14...18 мм, а угол конуса – 60...90°. При сдвоенных колесах точное центрирование внутреннего колеса не обеспечивается;

- по центральному отверстию в диске (рисунок 2.24) – на грузовых автомобилях и тракторах. При этом обеспечивается точное центрирование как одиночных (рисунок 2.24, а), так и сдвоенных (рисунок 2.24, б) колес колесных машин.



Внутренний диаметр центрального отверстия и наружный диаметр ступицы имеют размеры с допусками. Зазор между указанными деталями может составлять от 0,2 до 0,6 мм. Крепежные отверстия – цилиндрические, требующие лишь грубой обработки. Их диаметр на 3...4 мм больше диаметра шпильки, что необходимо для предотвращения двойной посадки.

Преимуществом способа центрирования по центральному отверстию в диске является малое радиальное биение колеса, поэтому такое центрирование применяется также на спортивных легковых автомобилях, а недостатком – коррозия в зоне центрирования как при стальных колесах, так и колесах из легких сплавов.



Центрирование разъемных в продольной плоскости ободов на ступицах (передние и задние внутренние колеса) и прижимах (задние наружные колеса) осуществляется по коническим поверхностям А (см. рисунок 2.13), которые имеют обода в замочной части с внутренней стороны.

Присоединительные размеры для крепления дисковых колес стандартизованы и включают:

- диаметр окружности расположения отверстий под шпильки (или болты) крепления колеса (PCD);
- количество (LZ) и диаметр крепежных отверстий;



- диаметр центрального отверстия под ступицу (DIA);
- вылет колеса (обозначение ЕТ на рисунке 2.25, от немецкого слова Einpresstiefe).

Вылет колеса – расстояние от плоскости симметрии обода до плоскости крепления к фланцу ступицы. Вылет колеса может быть положительным (как показано на рисунке 2.25) и отрицательным.

Формула колеса (рисунок 2.26) (например, PCD 4/100) указывает, что крепежных отверстий – 4, а диаметр окружности расположения их центров – 100 мм.

Параметр PCD должен обязательно соответствовать автомобилю, так как, если диаметр расположения отверстий будет отличаться всего на 2...3 мм, то колесо при качении будет иметь биение. Колеса легковых автомобилей имеют 3...6 отверстий.



Рисунок 2.26 – Формула расчета PCD по расстоянию между центрами отверстий (A)

В таблицах 2.3 и 2.4 приведены основные характеристики колес некоторых легковых автомобилей и значения коэффициентов ширины обода их шин.

Таблица 2.3 – Основные характеристики колес некоторых легковых автомобилей

Модель автомобиля	ВАЗ-1113 «Ока»	ВАЗ-2101-07	Лада Приора (Калина)	ВАЗ-21214 «Нива»	ГАЗ-3102	GAZ Siber
Обозначение шины	135/80R12	175/70R13	185/65R14 (175/65R14)	175/80R16	195/65R15	205/65R15 205/60R16
Обозначение обода колеса	4.00Bx12	5J x 13	5½J x 14	5½J x 16 6J x 16	6½J x 15	6J x 15 6½J x 16
Вылет колеса (ЕТ), мм	40	23	37	52	45	44
Диаметр расположения шпилек (болтов) (PCD), мм	98	98	98	139,7	108	100
Диаметр центрального отверстия, (ЦО), мм	60	58,5	58,6	98,5	58,1	57,1
Модель автомобиля	Ford Focus	Renault Logan	Chevrolet Niva	UAZ Patriot	Ssang Yong Rexton II	Hummer H2
Обозначение шины	195/65R15 205/55R16	165/80R14 185/65R15	205/75R15 215/65R16	245/70R16	235/75R16 255/60R18	315/70R17
Обозначение обода колеса	6J x 15 6½J x 16	5½J x 14 6J x 15	6½J x 15 6½J x 16	7J x 16	6½J x 16 7½J x 18	9J x 17
Вылет колеса (ЕТ), мм	52,5	43 (5½J) 50 (6J)	48	40	43	10
Диаметр расположения шпилек (болтов) (PCD), мм	108	100	139,7	139,7	130	165,1
Диаметр центрального отверстия, (ЦО), мм	63,3	60,1	98	108	84,1	117

Анализ данных таблицы 2.4 позволяет определить коэффициент ширины обода (отношение ширины профиля обода колеса к ширине профиля шины, b/B) шин для легковых автомобилей, который составляет 0,69...0,92. При этом на легковые автомобили устанавливаются как низкопрофильные (с посадочным диаметром d от 12 до 17"), так и сверхнизкопрофильные шины ($d \geq 13$ ").

Таблица 2.4 – Значения ширины обода шин легковых автомобилей

Профиль шины	Низкопрофильная (H/B = 0,70...0,80)			Сверхнизкопрофильная (H/B = 0,30...0,65)		
Посадочный диаметр обода	12"	13"	14"	13"	14"	15"
Ширина профиля обода колеса (b)	4"	(4½...5)"	(5...6½)"	(5...5,5½)"	(4½...6)"	(5...5,5½)"
Ширина профиля шины (B), мм	135	145...165	185...205	155...185	155...185	185...205
Коэффициент ширины обода	0,75	0,74...0,88	0,69...0,80	0,73...0,85	0,74...0,92	0,74...0,91
Посадочный диаметр обода	15"	16"	17"	16"	17"	18"
Ширина профиля обода колеса (b)	(6½...7)"	(5½...8)"	(7...8½)"	(6...8)"	(7...8½)"	(5½...6,5½)"
Ширина профиля шины (B), мм	215...235	175...265	245...285	205...255	205...265	225...285
Коэффициент ширины обода	0,73...0,83	0,73...0,87	0,71...0,77	0,70...0,87	0,76...0,92	0,74...0,90
Посадочный диаметр обода				19"	20"	22"
Ширина профиля обода колеса (b)				(6...8)"	(7...8½)"	(5½...6,5½)"
Ширина профиля шины (B), мм				205...255	205...265	225...285
Коэффициент ширины обода				0,70...0,87	0,76...0,92	0,74...0,90

Список литературы

1. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт / В.Н. Тарновский, В.А. Гудков, О.Б. Третьяков. – М.: Транспорт, – 1990.
2. Афанасьев Б.А., Даштиев И.З. Проектирование элементов подсистем автомобиля из композиционных материалов: Учеб. пособие / Под ред. Б.А. Афанасьева. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, – 2007.
3. Барский И.Б. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, – 1980.
4. Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М.: ООО КЖИ «За рулем», – 2005.
5. Кнороз В.И., Кленников Е.В. Шины и колеса. – М.: Машиностроение, – 1975.
6. Колеса и шины. Краткий справочник. С рекомендациями журнала «За рулем». – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», – 2000.
7. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф. Конструирование и расчет автомобиля. – М.: Машиностроение, – 1984.
8. Отчет о НИР «Исследование проблем расширения состава унифицированных семейств и улучшения эксплуатационных свойств военной автомобильной техники». ОКР «Буерак». Этап 3. «Исследование направлений улучшения параметров основных эксплуатационных свойств ВАТ». – ФГУП 21 НИИИ МО РФ, Инв.№ 9824, – 2007.
9. Оценка и выбор пневматических шин регулируемого давления для армейских автомобилей / В.Н. Абрамов, М.П. Чистов, И.В. Веселов, А.А. Колтуков; Под ред. В.В. Шипилова. – ФГУП 21 НИИИ МО РФ, – 2006.
10. Проектирование полноприводных колесных машин: В 2 т., Т.2 / Под общ. ред. А.А. Полунгяна. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, – 2000.
11. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Амортизаторы, шины и колеса / Пер. с нем. В.П. Агапова; Под ред. О.Д. Златовратского. – М.: Машиностроение, – 1986.

12. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. – М.: Колос, – 1998.
13. Техническое обслуживание автомобилей КрАЗ-255Б, КрАЗ-255В, КрАЗ-256Б, КрАЗ-257 и КрАЗ-258. Инструкция. – М.: Воениздат, – 1973.
14. Шарипов В.М. Конструирование и расчет тракторов. – М.: Машиностроение, – 2004.
15. Янчевский В. Линии жизни протектора // Коммерческий транспорт. 2007, № 2. С.134-136.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные требования к боестойким колесам с пневматическими шинами для армейских автомобилей многоцелевого назначения (АМН) и специальных колесных шасси (СКШ)

На современном этапе боестойкие колеса с пневматическими шинами и другими элементами их конструкции должны отвечать следующим основным требованиям:

1. Конструкция боестойких колес с неповрежденными пневматическими шинами в сборе не должна снижать достигнутый уровень эксплуатационных характеристик АМН и СКШ с серийными колесами и современными шинами регулируемого давления, а также обеспечивать сохранение подвижности образцов ВАТ в случаях повреждения шин.

2. В конструкциях боестойких колес с пневматическими шинами и различными средствами повышения боестойкости должна быть обеспечена надежная посадка шины на ободе, исключая их взаимное проскальзывание как при наличии, так и при отсутствии избыточного давления воздуха в шинах.

3. Конструкция обода боестойких колес должна обеспечивать монтаж-демонтаж шины с внутренней дополнительной опорой или распорно-герметизирующим кольцом и шины с усиленными боковинами, а также шины каркасного типа с заменой в полевых условиях поврежденных элементов этих колес с помощью придаваемых в ЗИП инструментов.

4. Обода боестойких колес должны быть разборными и обеспечивать стягивание и сжатие бортов шин с распорно-герметизирующим кольцом или с внутренней дополнительной опорой.

5. Конструкция внутренней дополнительной опоры должна при разрушении шины обеспечивать сохранение подвижности образцов ВАТ с наименьшим ухудшением показателей их движения по дорогам с твердым покрытием и деформируемым грунтам.

6. Шины для боестойких колес перспективных образцов АМН и СКШ во всех классах грузоподъемности должны быть радиальной конструкции в бескамерном исполнении с регулируемым давлением воздуха. Их нагрузочные, жесткостные и размерные параметры должны соответствовать характеристикам опорной поверхности и обеспечивать работоспособность во всех климатических и дорожных условиях.

7. Приведенная удельная нагруженность шин по объему при движении по деформируемым грунтам не должна превышать 8 т/м^3 . При эксплуатации на дорогах с твердым покрытием для транспортных образцов допускается превышение указанной нагруженности на 20...25 %, но разогрев этих шин при движении с максимальной скоростью должен быть не менее чем на 10°C ниже уровня критических температур нагрева для используемых шинных материалов (120°C).

8. При движении по дорогам с твердым покрытием с начальным номинальным давлением воздуха в шинах удельное сопротивление качению автомобиля в ведомом режиме со скоростью 40 км/ч должно быть не более 0,020 с «холодными» ($+ 20^\circ\text{C}$) и 0,012 с прогретыми до установившихся температур шинами.

9. При движении по деформируемым грунтам с минимальным давлением воздуха в шинах их конструкция должна обеспечивать получение максимальной удельной силы тяги по сцеплению, не менее:

- 0,5 – на сухом торфянике;
- 0,25 – на мягком торфяном грунте и сухом сыпучем песке;
- 0,15 – на снежной целине с плотностью снега $0,25...0,40 \text{ т/м}^3$ и температурой не выше минус 5°C при глубине снежного покрова не менее 0,3 от наружного диаметра колеса (шины).

10. При номинальном давлении радиальный прогиб шины под нагрузкой должен соответствовать 4 %, а при минимальном – 12 % от наружного диаметра шины.

11. Для сокращения времени регулирования давления воздуха в шинах боестойких колес должны применяться вентили по типу используемых с бескамерными шинами с проходными сечениями по диаметру не менее 5, 8 и 10 мм для шин с объемом 0,10...0,14; 0,19...0,40 и 0,50 м³ и более, соответственно.

12. Интенсивность износа шин не должна превышать 0,25 мм/тыс. км на АМН и 0,30 мм/тыс. км – на СКШ.

13. Гарантийный пробег шин на АМН должен составлять не менее 50 и СКШ – не менее 45 тыс. км, а гарантийный срок службы – не менее 15 лет с момента изготовления.

14. При повреждениях шины с размерами сквозных отверстий до 8 мм и их количеством – до 10 ед. она должна сохранять работоспособность в движении на расстояние не менее 50 км при обеспечении соответствующего соотношения между внутренним давлением и скоростью.

15. Вентили для подвода воздуха к шинам боестойких колес должны вкручиваться через отверстия в ободе во втулку распорно-гетметизирующего кольца или внутренней дополнительной опоры.

Александр Владимирович Острецов, доц., к.т.н.

Павел Александрович Красавин, доц., к.т.н.

Виктор Владиславович Воронин, ст. преп.

Шины и колеса для автомобилей и тракторов: Учебное пособие по дисциплине «Конструкция автомобиля и трактора» для студентов вузов, обучающихся по специальности 190201 (150100) «Автомобиле – и тракторостроение»

Подписано в печать
Усл.п.л. 4,04

Заказ
Уч.-изд.л. 4,2

Тираж 200

МГТУ «МАМИ», 107023, Москва, Б.Семеновская, 38