

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Упругость современных автомобильных шин обеспечивается избыточным давлением сжатого воздуха, падение которого приводит к потере работоспособности всего колеса и, как следствие, к ухудшению большинства эксплуатационных свойств автотранспортного средства, в том числе управляемости и устойчивости.

В статье рассмотрены применявшиеся ранее и существующие в настоящее время способы повышения живучести и безопасности шин автотранспортных средств. Отдельное внимание автор уделил автомобильным шинам с упругими деформируемыми спицами, разработкой и исследованием которых он занимается на протяжении более 11 лет.

Автомобильные шины с упругими деформируемыми спицами из полиуретана в настоящее время являются одним из наиболее передовых и перспективных способов повышения живучести и безопасности колёсных движителей.

Ключевые слова: автомобильные шины, упругие деформируемые спицы, безопасность шин, автотранспортные средства, полиуретан.

Современные пневматические шины, успешно выполняющие свои основные функции и обладающие рядом существенных достоинств, имеют недостатки. Так, одно из важных свойств пневматической шины – упругость обеспечивается избыточным давлением сжатого воздуха, падение которого приводит к потере работоспособности всего колеса.

Сегодня известны различные способы решения этой проблемы, сущность которых раскрыта в настоящей статье.

На автомобилях повышенной проходимости широко используются шины с регулируемым давлением воздуха. В первую очередь такие шины предназначены для обеспечения высокой проходимости автомобилей при эксплуатации в тяжёлых дорожных условиях и условиях бездорожья. В целях преодоления труднопроходимых участков пути система централизованной накачки уменьшает давление воздуха в шинах, в результате чего увеличивается площадь их контакта с грунтом и уменьшается удельное давление на него. При переходе на дорогу с твёрдым покрытием система централизованной накачки доводит давление в шинах до нормативного значения.

В случае повреждения пневматической шины система централизованной накачки способна поддерживать необходимое давление воздуха и, следовательно, работоспособность колеса автомобиля.

К недостаткам шин с регулируемым давлением воздуха относится пониженная грузоподъёмность по сравнению с обычными шинами того же размера. Кроме того, система централизованной накачки шин применяется совместно с пневматическим приводом тормозных механизмов, который целесообразно использовать только на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъёмности, что, в свою очередь, ограничивает применение шин с регулируемым давлением воздуха на других автотранспортных средствах.

Следует отметить, что система централизованной накачки шин была впервые применена на американском автомобиле-амфибии GMC DUKW-353, серийное производство которого началось весной 1942 года.

В СССР серийное производство бронетранспортёров с централизованной накачкой шин было начато в середине 1953 года.

На рис. 1 и 2 изображены отечественные бронетранспортёры с системой регулирования давлением воздуха в шинах.

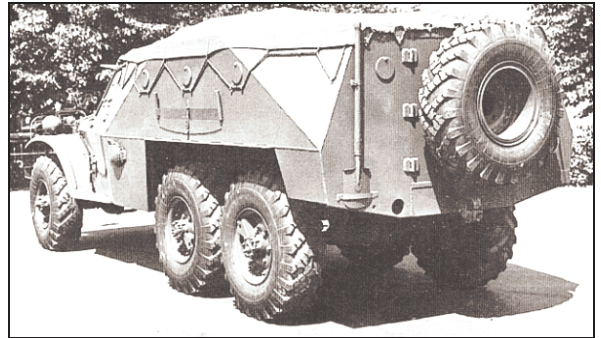


Рис. 1. Первый советский бронетранспортёр централизованной накачкой шин ЗИС-152В [1]

Итальянская фирма Pirelli запустила в серийное производство пневматические шины Run Flat с интегрированной системой автоматической накачки воздуха Safety Wheel System. Воздух под давлением около одного МПа предварительно закачивается в полости спиц автомобильных колёс. Полости спиц и шин связаны между собой клапаном, который открывается при снижении давления воздуха в шине. Кроме того, усиленные боковины не дают автомобилю потерять устойчивость в случае внезапного прокола шины.

На рис. 2 изображена автомобильная шина Pirelli Eufori @ Run Flat с системой автоматической накачки воздуха.

Альтернативным способом сохранения избыточного давления воздуха является автоматическая герметизация повреждённой пневматической шины при движении транспортного средства.



Рис. 2. Пневматическая шина Pirelli Eufori @ Run Flat [3]

Ещё в начале XX века в России выпускался «Шиноохранитель» – специальный герметизирующий состав, представляющий собой жидкий наполнитель, который предварительно закачивался в пневматическую камеру и занимал не более 5 % её объёма. При качении колеса под действием центробежной силы наполнитель распределялся по внутренней поверхности шины и обеспечивал её герметичность в случае прокола. Эффективность наполнителя «Шиноохранитель» была официально подтверждена Технической комиссией Императорского Российского автомобильного общества в 1915 году.

Длительный период времени на бронированных автомобилях, предназначенных для перевозки высокопоставленных пассажиров, применялись колёса с дополнительными ободьями, которые в случае повреждения пневматических шин обеспечивали автомобилю возможность движения. Следует отметить то, что при потере давления воздуха в шинах эксплуатационные свойства автомобиля значительно ухудшались и, прежде всего, плавность хода, так как металлические ободья были жёсткие

В 1998 г. фирма Michelin начала серийное производство автомобильных пневматических шин с эластичными кольцевыми вставками, одна из которых изображена на рис. 3.

Следует отметить, что перечисленные способы сохранения свойств упругости пневматических шин, в случае их повреждения в результате прокола или пореза, хотя и позволяют осуществлять безопасное движение автотранспортного средства, но требуют необходимости ремонта шины в ближайшей автомобильной мастерской.

Массивные шины, которые в настоящее время применяются на транспортных средствах, предназначенных для эксплуатации на ровном асфальтовом, бетонном или деревянном полу промышленного цеха, склада или ангара, а также используются в качестве опорных катков гусеничных транспортных средств, упомянутых выше недостатков не имеют.



Рис. 3. Пневматическая шина Michelin PAX с эластичной кольцевой вставкой [4]

Такая шина представляет собой монолитный резиновый массив, жёстко закреплённый на ободе колеса или на специальном бандаже. К преимуществам массивных шин можно отнести то, что в эксплуатации они гораздо надёжнее пневматических, т.е. проколы, порезы, трещины, сколы резинового массива, внедрение в резину посторонних предметов не приводят к потере работоспособности колеса. Это обстоятельство позволяет эксплуатировать массивные шины в условиях металлообрабатывающих и машиностроительных заводов, где есть опасность повреждения колёс металлической стружкой или другими острыми предметами. Кроме того, массивные шины в сравнении с пневматическими имеют больший срок службы и грузоподъёмность и не требуют технического обслуживания в эксплуатации.

Известно, что массивные резиновые шины появились благодаря изобретению в 1839 г. американца Чарльза Гудьера – процессу вулканизации натурального каучука

Первые массивные шины были бандажного типа и представляли собой эластичный резиновый массив, который крепился на металлический диск. В 20-х годах XX столетия такие шины изготавливались путём последовательной установки резины разных сортов на стальной бандаж. Полученная таким образом шина закладывалась в металлическую форму и вулканизировалась в автоклаве под большим давлением в течение нескольких часов.

Первые массивные шины применялись преимущественно для уменьшения шума и обеспечения надёжного контакта колёс с дорогой.

Изобретение резиновых шин сначала было встречено без энтузиазма. Экипажи на цельнолитых массивных шинах в Америке были запреще-

ны так как из-за низкого уровня шума при качении они не предупреждали пешеходов о приближении экипажа и поэтому считались опасными.

Тем не менее массивные шины бандажного типа получили широкое распространение на первых автомобилях. Одним из преимуществ массивных шин по сравнению с пневматическими является высокая грузоподъёмность, что позволило применять их на грузовых и специальных автомобилях того времени.

В настоящее время массивные шины бандажного типа применяются на транспортных средствах, обладающих высокими нагрузочными способностями. Это транспортные средства на гусеничном ходу и рельсовые транспортные средства.

Ещё в 30-х годах XX века в СССР большое внимание уделялось созданию колёсно-гусеничных танков, что объяснялось относительно малым сроком службы гусениц, а также существовавшим тогда ошибочным мнением, будто гусеничный движитель является наиболее уязвимой частью танка.

Осенью 1931 года появился первый советский колёсно-гусеничный танк БТ-2. Опорные катки с резиновыми бандажами танков этой серии имели размеры автомобильных колёс. При необходимости перейти на колёсный ход гусеницы снимались. Легкие танки с комбинированным колёсно-гусеничным движителем обладали скоростью автомобиля при движении по дороге и высокой проходимостью гусеничной машины.

Качество резины начала XX века не позволяло обеспечить высокую плавность хода транспортных средств с массивными шинами. Поэтому для уменьшения массы и радиальной жёсткости резиновые бандажи танков выполнялись перфорированными, то есть имели по окружности, близкой к периметру колеса, ряд сквозных отверстий.

На рис. 4 изображён советский танк БТ-7 с комбинированным колёсно-гусеничным движителем.

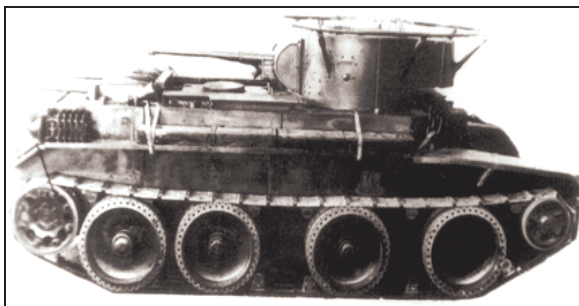


Рис. 4. Лёгкий колёсно-гусеничный танк БТ-7

В настоящее время широкое распространение получили массивные шины безбандажного типа, которые представляют собой сплошное резиновое кольцо, как правило армированное в зоне посадочной части металлическим кордом. Для монтажа цельнолитых массивных шин безбандажного типа на обод колеса требуется специальное оборудование, которое позволяет запрессовывать шину на обод с гарантированным натягом.

При монтаже механическим способом массивные безбандажные шины не повреждают и не изнашивают посадочную поверхность обода колеса, при этом не ограничивается количество операций по монтажу в отличие от бандажных массивных шин.

Несмотря на то, что массивные шины не имеют недостатков пневматических шин, связанных с потерей герметичности, транспортные средства с массивными шинами уступают таким средствам с пневматическими шинами в плавности хода и проходимости. Кроме того, сегодня качество цельнолитых массивных шин обеспечивается применением дорогостоящего натурального каучука.

Следует отметить, что в настоящее время для изготовления как пневматических, так и массивных шин широко применяются полимерные материалы. Химия полимерных материалов стала развиваться бурными темпами со времени изобретения в 1937 г. полиуретана – эластомера, свойства которого могут изменяться в очень широких пределах.

В 1972 году американской фирмой Synair Corporation был изобретён полиуретан, предназначенный для заполнения бескамерных шин и обладающий высокими технологическими и эксплуатационными свойствами.

Полумассивные шины, заполненные полиуретаном, обладают всеми положительными качествами цельнолитых массивных шин. Но в отличие от цельнолитых, шины, заполненные полиуретаном, распределяют динамические нагрузки со стороны неровностей дорожной поверхности вдоль каркаса, как показано на рис. 13, что увеличивает срок службы агрегатов трансмиссии и повышает плавность хода транспортного средства.

Кроме того, температура нагрева протектора полумассивной шины, заполненной полиуретаном, при качении колеса намного меньше, и это значительно увеличивает срок их службы в сравнении с цельнолитыми массивными шинами.

Колёса с шинами, заполненными полиуретаном, применяются на напольных и карьерных транспортных средствах, дорожно-строительных машинах и военной технике во всём мире. К сожалению, в России полумассивные шины такой конструкции не получили распространения. При этом следует отметить, что идея заполнения полости резиновой шины эластичным материалом для повышения её безопасности и долговечности принадлежит российскому учёному.

До начала первой мировой войны петербургский химик А. Гусс разработал специальный наполнитель на основе желатинового клея и глицерина для шин бронированных автомобилей, который, обладая малой массой и высокими свойствами упругости, после заливки в полость шины застывал и становился сухим и мелкопористым. Шины, заполненные таким наполните-

лем, были пустотелыми и по имени изобретателя названы гусматиками.

В ходе войны эластичные наполнители шин применялись также на немецких и английских броневиках. Аналогичный английский наполнитель – рабберин уступал гусматике в эластичности и долговечности.

Из-за проблемы, связанной с потерей герметичности, на первых автомобилях наряду с пневматическими длительное время применяли не только массивные и полумассивные шины, но и металлические пружинящие колёса.

Первые пружинящие колёса появились в 1865 г. В конце XIX века их ставили на английские мотоциклы «Квадрант», а в начале XX столетия – на некоторые модели автомобилей. Конструкторами того времени было изобретено большое число пружинящих колёс, отличительной особенностью конструкции которых являлось наличие металлических упругих элементов, предназначенных в первую очередь для повышения плавности хода автомобиля.

Применение пружинящих колёс было обусловлено не только низкой надёжностью первых пневматических шин, но и нехваткой и дороговизной натурального каучука – единственного материала, из которого до 1932 г. получали резину. Эта проблема приобрела особую актуальность в Германии во время первой мировой войны.

На рис. 5 изображён немецкий автомобиль Protos с металлическими пружинящими шинами, в конструкции которых в качестве упругих элементов использовались цилиндрические витые пружины.

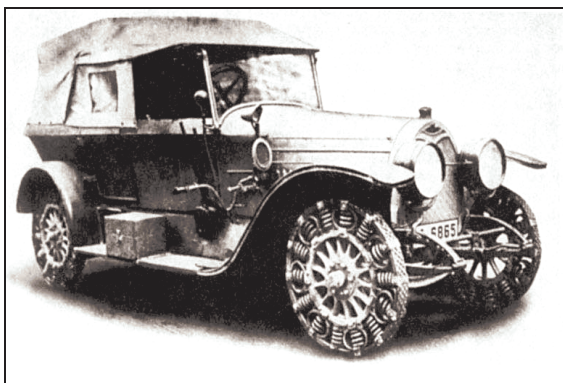


Рис.5 – Легковой автомобиль Protos с пружинными колёсами (Германия, 1916 г.)

Существенными недостатками пружинящих колёс конца XIX начала XX века были большая масса и повышенный шум при качении. Например, в пружинящем колесе De Jarnette использовались всего десять пружин с регулируемым натяжением, установленных между ступицей и ободом колеса. Несмотря на то, что обод был выполнен из шести тонких стальных пластин, пружинящее колесо имело массу около 45 кг. Поэтому с изобретением в 1932 г. синтетического каучука, что обеспечило быстрое развитие шинной промышленности, пневматические шины вытеснили стальные пружинящие колёса.

Достижения химии полимеров в настоящее время позволяют применять для изготовления колёс автомобиля неметаллические материалы, в частности полиуретан. Следует отметить, что в настоящее время разработкой колёс и шин из полимерных материалов занимаются ведущие мировые автомобильные компании.

В 2004 г. на автомобильной выставке в Париже фирма Michelin представила автомобильную шину с упругими деформируемыми спицами из полиуретана. Шины Michelin Tweel в сравнении с традиционными пневматическими шинами имеют меньшую массу и высокую боковую жёсткость, что, в свою очередь, улучшает большинство эксплуатационных свойств автомобиля.

На рис.6 представлены колёса Michelin Tweel, эксплуатационные качества которых были испытаны на автомобилях и строительной дорожной технике.



а)



б)

Рис.6 – Колесо Michelin Tweel:
а – на автомобиле Audi A4; б – на фронтальной погрузчике

Кафедра “Автомобильный транспорт” Братского государственного университета также имеет опыт в разработке колёс с упругими спицами.

На рис.7 изображена пресс-форма для изготовления шины с упругими деформируемыми спицами из эластичного полиуретана методом литья, а на рис.8 – колесо с шиной из полиуретана

марки СКУ-Ф-Э4 для легкового автомобиля малого класса, изготовленные на кафедре.

В настоящее время проводится натурный эксперимент для определения действительных характеристик безопасной шины указанной конструкции. В дальнейшем планируются исследования по доводке конструкции, а также разработке технологии изготовления армированной шины с упругими деформируемыми спицами.



Рис.7 – Пресс-форма для изготовления колеса с полиуретановой шиной с упругими деформируемыми спицами



Рис.8 – Колесо с полиуретановой шиной с упругими деформируемыми спицами