

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗВОЗДУШНЫХ ШИН  
НА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ  
В СЛУЖЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Горбунов Роман Сергеевич**, аспирант,  
НТО (дислокация г. Ростов-на-Дону) ФКУ НПО «СТиС» МВД России, Россия, 344092, г.  
Ростов-на-Дону, ул. Добровольского 11/7, [gorbunov155125@yandex.ru](mailto:gorbunov155125@yandex.ru)

**Деркачев Игорь Сергеевич**, канд. техн. наук,  
НТО (дислокация г. Ростов-на-Дону) ФКУ НПО «СТиС» МВД России, Россия, 344092, г.  
Ростов-на-Дону, ул. Добровольского 11/7, [derk-igor@yandex.ru](mailto:derk-igor@yandex.ru)

**Черкасов Роман Иванович**, канд. техн. наук, ст. преподаватель,  
ФГКОУ ВО МОСУ МВД России им. В.Я. Кикотя, Россия, 117997, г. Москва, ул.  
Академика Волгина 12, [rtcherckasov@yandex.ru](mailto:rtcherckasov@yandex.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрена возможность использования на транспортных средствах Министерства внутренних дел Российской Федерации колес, выполненных по технологии безвоздушных шин. Рассмотрены виды и варианты исполнения колес, выполненных по технологии безвоздушных шин. Приведены результаты анализа основных характеристик безвоздушных шин, указаны основные преимущества и недостатки применения безвоздушных шин относительно пневматических аналогов. Изучены основные тактико-технические характеристики служебных легковых автомобилей, используемых в органах внутренних дел Российской Федерации. Рассчитан индекс нагрузки каждого колеса и осей рассматриваемых легковых автомобилей. Проанализированы перспективы перевода служебных транспортных средств на колеса, выполненных по технологии безвоздушных шин. Представлено проанализированное заключение о целесообразности и актуальности дальнейшего поэтапного развития технологии безвоздушных шин открытого типа.

**Ключевые слова:** колесо, транспортное средство, безвоздушные шины, эластичные деформируемые спицы.

**PROSPECTS FOR USE OF AIRLESS TIRES ON VEHICLES USED  
IN THE SERVICE OF THE INTERNAL AFFAIRS  
RUSSIAN FEDERATION**

**Gorbunov Roman S.**, postgraduate,  
Scientific and Technical Department (dislocation, Rostov-on-Don) of the Federal government  
institution scientific and production association special equipment and telecoms of the Ministry  
of the internal affairs of the Russian Federation, 11/7, st. Dobrovol'skogo, Rostov-on-Don,  
344092, Russia, [gorbunov155125@yandex.ru](mailto:gorbunov155125@yandex.ru)

**Derkachev Igor S.**, Ph.D.,  
Scientific and Technical Department (dislocation, Rostov-on-Don) of the Federal government  
institution scientific and production association special equipment and telecoms of the Ministry  
of the internal affairs of the Russian Federation, 11/7, st. Dobrovol'skogo, Rostov-on-Don,  
344092, Russia, [derk-igor@yandex.ru](mailto:derk-igor@yandex.ru)

**Cherkasov Roman I.**, Ph.D., senior lecturer,  
Moscow University of the Ministry of internal affairs the Russian Federation named after  
V.Ya. Kikotya, 12, st. Akademika Volgina, Moscow, 117997, Russia, [rtcherckasov@yandex.ru](mailto:rtcherckasov@yandex.ru)

**Abstract.** The article considers the possibility of using wheels made using airless tire technology on vehicles of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. The types and variants of wheels made according to the technology of airless tires are considered. The results of the analysis of the main characteristics of airless tires are presented, the main advantages and disadvantages of using airless tires relative to pneumatic analogues are indicated. The main tactical and technical characteristics of official passenger cars used in the internal affairs bodies of the Russian Federation are studied. The load index of each wheel and axles of the passenger cars under consideration is calculated. The prospects of transferring service vehicles to wheels made using airless tire technology are analyzed. The analyzed conclusion is presented on the expediency and relevance of the further phased development of the technology of open-type airless tires.

**Key words:** wheel, vehicle, airless tires, elastic deformable spokes.

**Введение.** В настоящее время оперативность и мобильность личного состава органов внутренних дел Российской Федерации (ОВД РФ) при выполнении служебных задач, зависит не только от уровня их профессиональной подготовленности, но и от технического состояния служебных транспортных средств (ТС).

Как известно, одним из основных движителей ТС, эксплуатируемых в системе Министерства внутренних дел (МВД) России, является пневматическое колесо, которое обладает весьма высокими упругими и прочностными свойствами. Однако наряду с этим оно остается уязвимым к механическим воздействиям из-за особенностей конструкций, предусматривающих поддержание постоянного давления внутри колеса, в результате чего служебное ТС может потерять возможность движения, что является недопустимым при выполнении оперативно-служебных задач.

Существует несколько технологических решений сохранения возможности движения служебных ТС после падения давления воздуха в шине в результате механического повреждения, самыми распространенными из них являются шины с технологией RunFlat [1], гусматиковая шина (ГКШ) [2] или система автоматической подкачки шин. Необходимо отметить, что данные технологии имеют существенные недостатки, а именно при повреждении колеса на шинах RunFlat возможно проехать около 80 км, после чего они подлежат замене. ГКШ имеют низкую эластичность, что ограничивает максимальную скорость передвижения ТС, а превышение заданного ограничения ведет к быстрому нагреву и выделению газов внутри покрышки, что может вызвать самовозгорание шин или их разрыв. Технология автоматической подкачки шин требует внесения значительных изменений в конструкции служебного ТС, что приводит к его удорожанию. Относительно новой технологии сохранения движения служебных ТС, способной устранить отмеченные недостатки, является применение новой технологии безвоздушных шин (БВШ).

Изначально БВШ разрабатывались для промышленных специальных машин, эксплуатирующихся в условиях повышенного износа колесных движителей, в качестве альтернативы пневматическим шинам. Технология БВШ в своей конструкции, в отличие от пневматических шин, не использует герметизирующий воздухонепроницаемый резиновый слой с

накаченным под давлением воздухом, что полностью устраняет риск потери способности к передвижению и управлению служебных ТС вследствие потери давления в шинах. Однако полученные результаты экспериментальных исследований показали эффективность применения технологии БВШ не только в промышленной, но и в военной сферах, а также гражданской жизни для применения их на легковых автомобилях.

**Основная часть.** На сегодняшний день БВШ делятся на две категории: закрытые и открытые. Закрытый тип БВШ по конструкции аналогичен пневматической шине за исключением того, что вместо воздуха в ней используется стекловолоконные упругие элементы. Однако стоимость производства таких шин закрытого типа на порядок выше, чем у пневматических аналогов. Следовательно, рассматривать закрытый тип БВШ в качестве замены пневматической шины нецелесообразно.

Открытый тип БВШ легче закрытых аналогов, а вместо стекловолокна используются эластичные деформируемые спицы, что позволяет снизить затраты времени и материалов для их производства и повысить ремонтпригодность. Открытый тип БВШ также имеет несколько видов исполнения, которые различаются не только условиями применения и конструкцией, но и схемой расположения эластичных деформируемых спиц.

Для анализа применяемости видов исполнения открытого типа БВШ в ТС необходимо выделить два основных параметра функционирования колес – *максимальную скорость и индекс нагрузки*. Анализируя характеристики максимальной скорости и индекс нагрузки колес, наибольшее распространение получили виды исполнения открытого типа БВШ, указанные в таблице 1.

Виды исполнения открытого типа БВШ

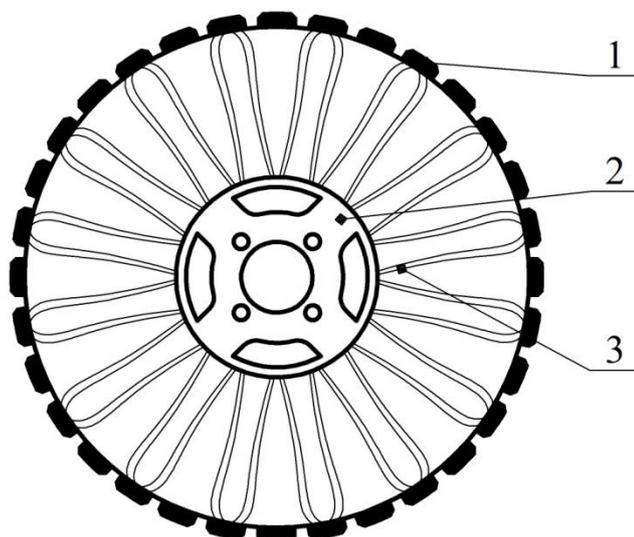
Вид исполнения открытого типа БВШ	Основные параметры		
	Максимальная скорость, км/ч	Индекс нагрузки одного колеса, кг	Материал колеса
Центральные внутренние спицы	до 120	до 650	Полиуретан
Система сот	до 80	до 750	Полиуретан
Закручивающиеся спицы	до 100	до 400	60% переработанной резины
Шина и обод единая система	до 130	до 375	95,5% переработанной резины

При этом важно понимать, что от схем деформируемых спиц и их формы зависят как скоростные, так и грузоподъемные характеристики БВШ.

Рассмотрев и сравнив основные параметры грузоподъемности и максимальной скорости, можно прийти к выводу о нецелесообразности использования в служебных ТС таких видов, как «Закручивающиеся спицы» и «Шина и обод единая система». Данные виды БВШ имеют низкий параметр грузоподъемности, что ведет к неудовлетворительным показателям их эксплуатации в качестве движителя служебных ТС. В тоже время виды «Центральные внутренние спицы» и «Система сот» имеют удовлетворительный показатель по грузоподъемности. Однако вид «Система сот» в сравнении с видом «Центральные внутренние спицы»,

имеет наименьший показатель максимальной скорости, что также ограничивает ее применение в служебных ТС. Следовательно, можно прийти к первоначальному выводу о том, что наиболее оптимальным видом исполнения открытого типа БВШ для использования на служебных ТС является вид «Центральные внутренние спицы».

Конструкция открытого типа БВШ вида «Центральные внутренние спицы» включает в себя внешний многослойный протектор, внутренний обод, который крепится к автомобильной ступице и эластичные деформируемые спицы, которые крепятся к внутреннему ободу (рис. 1) [4].



*Рис. 1. БВШ с системой центральных внутренних спиц*

*1 - внешний многослойный протектор*

*2 - внутренний обод*

*3 - эластичные деформируемые спицы*

Принцип работы такого вида БВШ заключается в равномерном распределении возникающей нагрузки на колесо как в покое, так и при движении служебных ТС без использования энергии сжатого воздуха. Равномерное распределение нагрузки на колесо достигается с помощью особой схемы (рисунка) физико-геометрического расположения эластичных деформируемых спиц, которые, под нагрузкой, прогибаются так же, как и

обычные пневматические шины. Следовательно, внешний протектор БВШ изменяется при каждом изгибе спиц (рис. 2), а затем вновь принимает прежнюю форму.

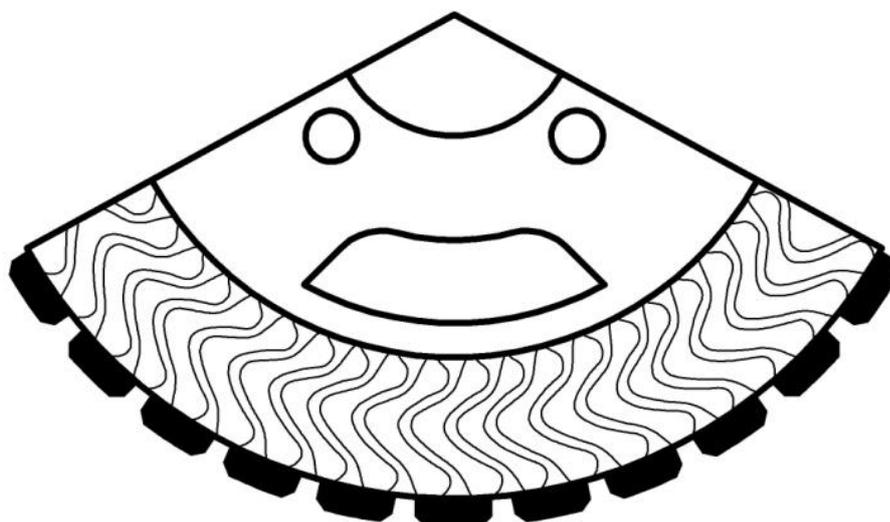


Рис. 2. Действие нагрузки на эластичные деформируемые спицы и внешний протектор

В качестве основного материала для производства открытого типа БВШ зачастую используется полиуретан марки СКУ-ПФЛ-100М, изделия из которого обладают небольшим весом, повышенной износостойкостью, эластичностью и большим температурным диапазоном эксплуатации (от - 60 до + 80 °С). Эти особенности полиуретана достигаются за счет его физико-механических характеристик (табл. 2) [5].

Таблица 2

Физико-механические характеристики полиуретана марки СКУ-ПФЛ-100М

Наименование характеристики	Значение
Твердость по Шору	95-100 ус.ед.
Предел прочности при растяжении	450-500 кгс/см <sup>2</sup>
Относительное удлинение при разрыве	350-370 %
Сопротивление раздиру	85-95 кгс/см

Условное напряжение при 100% удлинении	140-160 кгс/ см <sup>2</sup>
Остаточное удлинение после разрыва	Не более 10 %

Критически важным параметром любого колесного движителя ТС является, прежде всего, его грузоподъемность, так как она напрямую влияет на способность ТС выполнять свою главную функцию. Следовательно, и обычное и изготовленное по технологии БВШ, колесо должно обладать достаточной грузоподъемностью, чтобы выдержать не только снаряженный вес ТС, но и его полезную нагрузку.

Определим параметр нагрузки, действующей на колесо ТС, оборудованного технологией БВШ вида «Центральные внутренние спицы». В качестве примера рассмотрим три переднеприводных ТС отечественного производства, используемых в ОВД РФ, а именно [6,7,8]:

- автомобиль седан LADA Granta с колесной формулой 4x2 и общей массой 1160 кг;
- автомобиль седан LADA Vesta с колесной формулой 4x2 и общей массой 1230 кг;
- автомобиль седан LADA Priora с колесной формулой 4x2 и общей массой 1185 кг.

Распределение снаряженной массы по осям рассматриваемых ТС, оснащенных БВШ вида «Центральные внутренние спицы» и имеющих моторный отсек в передней части, соответствует заявленным производителем характеристики [6,7,8]:

- распределение снаряженной массы для передней и задней оси LADA Granta составляет 59% и 41% соответственно;
- распределение снаряженной массы для передней и задней оси LADA Vesta составляет 60% и 40% соответственно;

- распределение снаряженной массы для передней и задней оси LADA Priora составляет 58% и 42% соответственно.

Таким образом, снаряженная масса, приходящаяся на переднюю и заднюю оси ТС составляет:

$$m_1 = m_{\text{общ}} * \frac{n_1}{100\%}, \quad (1)$$

$$m_2 = m_{\text{общ}} * \frac{n_2}{100\%}, \quad (2)$$

где  $m_1$  – снаряженная масса, приходящаяся на переднюю ось ТС;

$m_2$  – снаряженная масса, приходящаяся на заднюю ось ТС;

$n_1$  – распределение снаряженной массы, приходящейся на переднюю ось ТС;

$n_2$  – распределение снаряженной массы, приходящейся на заднюю ось ТС.

Таблица 3

Распределение снаряженной массы на переднюю и заднюю оси ТС

Наименование ТС	Снаряженная масса ТС, приходящаяся на переднюю ось, кг	Снаряженная масса ТС, приходящаяся на заднюю ось, кг
LADA Granta	684,4 (59%)	475,6 (41%)
LADA Vesta	738 (60%)	492 (40%)
LADA Priora	687,3 (58%)	497,7 (42%)

Следовательно, снаряженная масса ТС, приходящаяся на колеса передней и задней оси с условием равномерного распределения составляет:

$$Q_1 = \frac{m_1}{2}, \quad (3)$$

$$Q_2 = \frac{m_2}{2}, \quad (4)$$

где  $Q_1$  – снаряженная масса, приходящаяся на одно колесо передней оси ТС;

$Q_2$  – снаряженная масса, приходящаяся на одно колесо задней оси ТС.

Таблица 4

Распределение снаряженной массы на колеса передней и задней осей ТС

Наименование ТС	Снаряженная масса, приходящаяся на колесо передней оси, кг	Снаряженная масса, приходящаяся на колесо задней оси, кг	Грузоподъемность БВШ вида «Центральные внутренние спицы», кг
LADA Granta	342,2 (29,5%)	237,8 (20,5%)	до 650
LADA Vesta	369 (30%)	246 (20%)	
LADA Priora	343,65 (29%)	248,85 (21%)	

Таким образом, анализируя результаты вычислений снаряженной массы, приходящейся на колесо передней и задней осей ТС, можно заметить, что параметр грузоподъемности БВШ соответствует поставленным требованиям. Соответственно, применение колес, изготовленных по технологии БВШ, позволяет решить основные проблемы пневматических шин, сохранить среднюю скорость движения по грунтовой и асфальтированной поверхностям, а также обеспечить необходимую грузоподъемность ТС массой до 1500 кг.

**Вывод.** Совокупность характеристик используемых материалов дает БВШ ряд преимуществ перед пневматическими шинами, а именно:

- работоспособность при проколе, порезе, наезде на шипы или потери до 30% элементов конструкции БВШ;

- масса БВШ на 20% меньше, чем у пневматической шины, что существенно снижает неподрессоренную массу и приводит к улучшению управляемости ТС;
- на данном этапе развития технологии установка безвоздушных шин может производиться на любое транспортное средство независимо от его года выпуска и модели.

Рассмотренный в данной статье вид и принцип работы БВШ радикально отличается от наиболее распространённых и используемых на сегодняшний день конструкций пневматических и сплошных шин (гусматиков) в ТС МВД России. Технология БВШ проста в освоении и позволяет достаточно легко найти компромиссное решение между высокими показателями плавности хода и надёжностью шины. БВШ не требуют определенного оборудования, помещений или условий для установки как на новые ТС, так и на уже находящиеся в эксплуатации. А переоборудование ТС с одного типа шин на другой не займет много времени.

Однако, учитывая современное развитие технологий БВШ, их скоростные и эксплуатационные характеристики, а также наличие таких недостатков, как небольшая максимальная скорость, ограничение по массе ТС и отсутствие способов ослабления жесткости БВШ, можно сделать вывод о перспективности применения данной технологии на ТС МВД России.

### Список литературы

1. Основы конструкции современного автомобиля. – М.: «За рулём», 2012. – С. 192.
2. Коломиец, М.В. Броня на колесах. История советского броневедомства 1925 – 1945 годов / М.В. Коломиец – М.: Яуза, Стратегия КМ, Эксмо, 2007. – 384 с.
3. Автомобильные колёса с безвоздушными шинами / В.В. Мазур, А.В. Гайлиш // Автотранспортное предприятие. – 2011. – № 12. – С. 36-38.

4. Альфа-синтез. – URL: <http://alfa-sintez.com/polyuretan-sku-pfl-100.html> (Дата обращения: 04.08.2021).
5. Лада Веста. – URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/vesta/specs/dimensions/> (Дата обращения: 04.08.2021).
6. Лада Гранта. – URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/granta/specs/dimensions/> (Дата обращения: 04.08.2021).
7. Лада Приора. – URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/priora/specs/dimensions/> (Дата обращения: 04.08.2021).

### References

1. Osnovy konstruktсии sovremennogo avtomobilya (Basics of the design of a modern car), Moscow, «Za rulom», 2012, 192 p.
2. Kolomiyets M.V. Bronya na kolesakh. Istoriya sovetskogo broneavtomobilya 1925 — 1945 godov (Armor on wheels. History of Soviet armorAutomobile 1925 – 1945), Moscow, Yauza, Strategiya KM, Eksmo, 2007, 384 p.
3. Mazur V.V.? Gaylish A.V. Avtotransportnoye predpriyatiye, 2011, № 12, pp. 36-38.
4. URL: <http://alfa-sintez.com/polyuretan-sku-pfl-100.html>
5. URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/vesta/specs/dimensions/>
6. URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/granta/specs/dimensions/>
7. 7 URL: <https://www.drom.ru/catalog/lada/priora/specs/dimensions/>.

Рецензент: О.Ю. Сорочкина, канд. техн.наук, доц., Донской государственнй технический университет