

УДК 629.3.032

ОБЗОР И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОЛЁСНЫХ ВСТАВОК БЕЗОПАСНОСТИ

А. Б. Карташов, к. т. н., доц. / Г. П. Ерёмин, асп.

ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана»

Нередко высказывается мнение, что автомобиль обязан своим появлением не только двигателю Отто, но и пневматической шине. На сегодняшний день пневматическая шина является главной составляющей абсолютного большинства колёсных движителей, применяемых в автомобилестроении. Изобретение первой конструкции пневматической шины, послужившей отправной точкой в развитии шинной промышленности, приписывают английским изобретателям Джону Бойду Данлопу и Роберту Уильяму Томсону. Данлоп изобрёл надувную велосипедную шину, запатентовав своё изобретение в 1888 году, однако впоследствии его патент был аннулирован в интересах поданного ранее патента Томсона, который уже запатентовал пневматическую шину в 1845 году. С тех пор конструкция пневматической шины претерпевала множественные изменения, что привело к большому многообразию типов пневматических шин, классифицируемых по десяткам признаков.

Несмотря на кажущуюся простоту, современная пневматическая шина представляет собой сложную многослойную композиционную конструкцию, основным недостатком которой является низкая надёжность, вызванная высокой вероятностью повреждения герметичной газонаполненной оболочки в процессе эксплуатации автомобиля. Это обстоятельство существенно снижает безопасность и общую надёжность современных автомобилей.

Применение типовых колёсных узлов с пневматической шиной на военной автомобильной технике ограничивает повышенная уязвимость конструкции к поражению пулями, осколками снарядов или брони, что резко снижает подвижность боевой колёсной машины.

Одним из путей решения этой проблемы является применение специальных конструкций — колёсных вставок безопасности или внутренних опор (упоров), монтируемых внутри пневматической шины на обод колеса, которые при повреждении газонаполненной оболочки обеспечивают частичное или полное сохранение подвижности колёсной машины.

Основной недостаток таких конструкций — невозможность передвижения на высоких скоростях после вступления вставки в работу из-за высокого тепловыделения, приводящего к разрушению шины, и снижения устойчивости и управляемости колёсной машины. Причинами высокого тепловы-

деления после вступления вставки в работу является внутреннее гистерезисное трение в шине и вставке, а также их взаимное скольжение с трением, которое возникает в результате разности длин беговых дорожек вставки и шины. При сборке большинства конструкций вставок безопасности в шине внутренняя поверхность шины смазывается для уменьшения её износа после вступления вставки в работу.

Интенсивный нагрев колёс со вступившей в работу колёсной вставкой безопасности увеличивает вклад колёсного движителя в формирование инфракрасного теплового поля колёсной машины. Современные образцы шин со вставкой безопасности могут разогреваться до температуры 125 °С и выше, что создаёт ощутимый температурный контраст с окружающей автомобиль средой. Контраст в разнице температур внешних элементов объекта и окружающего фона при наличии у противника технических средств разведки определяет тепловую или инфракрасную скрытность автомобиля.

Применение современных композиционных материалов, обладающих малым внутренним гистерезисным демпфированием и повышенными антифрикционными характеристиками, может существенно уменьшить этот недостаток.

Помимо низкого тепловыделения, к конструкциям шин, оснащённых вставками безопасности,

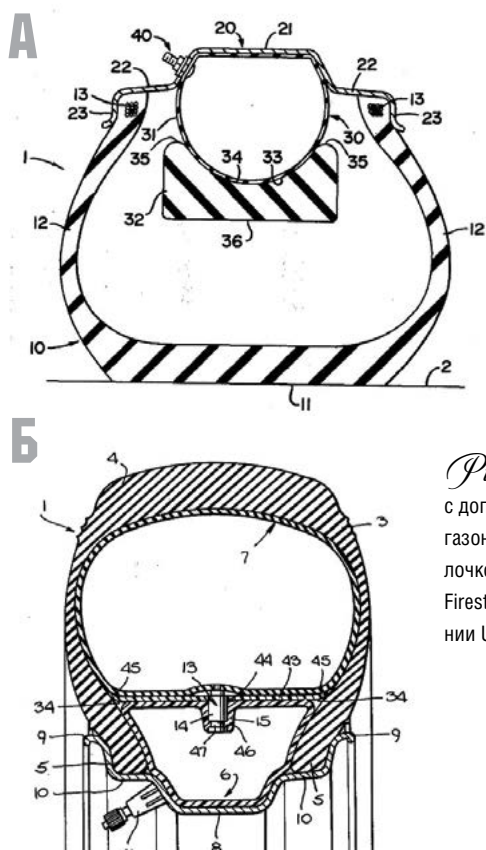


Рисунок 1. Шины с дополнительной газонаполненной оболочкой: а — компании Firestone, б — компании Uniroyal

предъявляется целый комплекс требований. Такие конструкции должны обладать необходимой несущей способностью, боковой жёсткостью, малым сопротивлением качению и большой надёжностью, кроме того, они должны обеспечивать возможность длительного движения автомобиля на повреждённой шине с достаточно высокой скоростью.

Ещё одной особенностью применения колёсных вставок безопасности является то, что для информирования водителя о повреждении газонаполненной оболочки и вступлении вставки в работу необходимо оборудовать колёсные движители датчиками давления воздуха в шинах.

Исследования, направленные на разработку вставок безопасности, ведутся с 1970-х годов. За это время было запатентовано более сотни конструкций, десятки из которых были изготовлены и применены в серийных образцах колёсных машин. В этой связи целью настоящей работы является анализ существующих конструкций вставок безопасности с учётом их эксплуатационных и технологических особенностей и выявление наиболее перспективных и инновационных решений.

Одним из первых способов сохранения подвижности автомобиля после повреждения шины было применение дополнительной газонаполненной оболочки, монтируемой на ободе колеса. Та-

кие конструкции были запатентованы компаниями Esso Research and Engineering Company, Firestone, Uniroyal [1, 2]. Наиболее удачные конструкции принадлежат компаниям Firestone (а) и Uniroyal (б) (рис. 1), так как в них внутренняя газонаполненная оболочка частично защищена от внешних повреждений краями обода. Общим преимуществом таких конструкций является использование пневматической камеры в качестве запасного упругого элемента. Шины, оборудованные пневматическими вставками безопасности, были сделаны компанией Goodyear [3]. В 1987 году технологию было разрешено использовать компании Dunlop как систему DDS (Dunlop Denloc System) для установки на Porsche 959. В 1989 году компания Goodyear использовала изобретение как опцию на Chevrolet Corvette (TYP C-4). Однако высокая уязвимость дополнительной пневматической камеры делает невозможным использование такой конструкции на образцах военной автомобильной техники.

Требования надёжности работы внутренней опоры поставили перед разработчиками колёсных движителей задачу изготавливать конструкции, способные работать после их повреждения пулями и осколками брони и боеприпасов. Наряду с вопросом выбора конструктивного облика упругого поддерживающего элемента встал вопрос выбо-

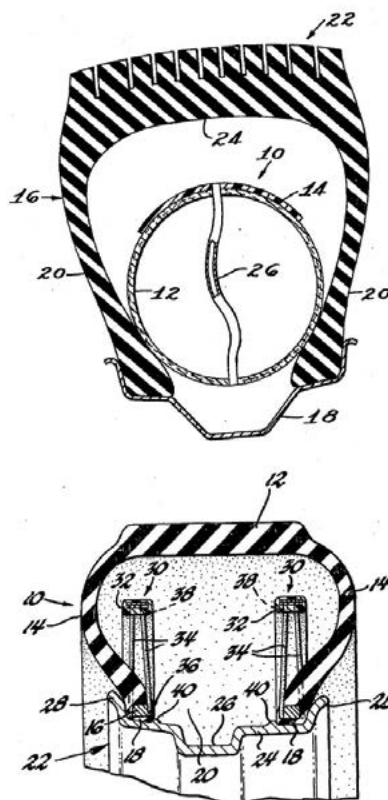


Рисунок 2. Колёса со вставкой безопасности на основе стеклопластика

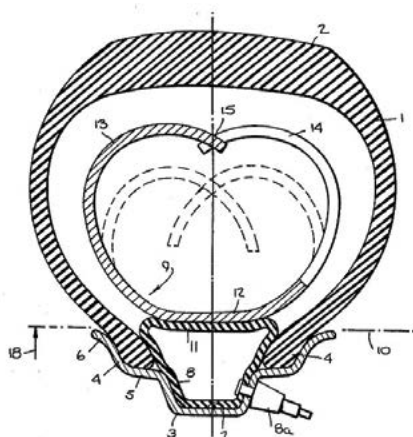


Рисунок 3. Металлическая вставка безопасности компании Uniroyal

ра надлежащего материала. В 1971 году Уолтером Вайнбейтом (Walter P. Wynbeit) предложены конструкции с упругими элементами, выполненными из стеклопластика [4] (этот материал отличается хорошими упругими характеристиками и высокой прочностью) (рис. 2а). Недостатком такого решения является отсутствие достаточного прижатия элементов конструкции к ободу для осуществления передачи момента при движении на спущенной шине.

Аналогичным недостатком обладала конструкция, запатентованная компанией General Motors [5] в 1979 году (рис. 2б). Её отличительной особенностью является интеграция колёсной вставки со спицами из эластомера в структуру шины. Данное решение получило распространение на бронированных автомобилях марки Mercedes W126 и W140.

Другой группой материалов, подходящей для изготовления поддерживающей опоры, являются металлические сплавы. Вариант конструкции, запатентованный компанией Uniroyal [6], подразумевает возможность изготовления упругого элемента из стали (рис. 3). В такой конструкции плохо обеспечивается возможность скольжения вставки безопасности относительно спущенной шины, при этом высокие напряжения в контакте способствуют быстрому разрушению шины. Этот недостаток ограничил возможность использования подобных конструкций.

В 1988 году компанией Grumman Aerospace Corporation была запатентована конструкция, по-

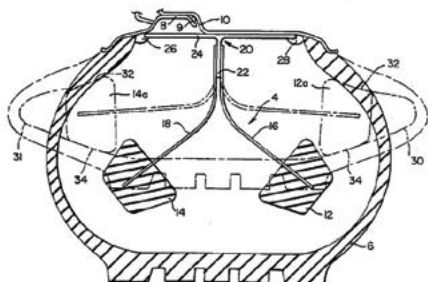


Рисунок 4. Колесо со вставкой безопасности компании Grumman Aerospace Corporation

зволяющая уменьшить напряжения в контакте упругого элемента вставки и шины за счёт использования накладок из эластомера [7] (рис. 4). Наличие подвижных элементов внутренней опоры, постоянно совершающих движение относительно шины под нагрузкой, оказалось слишком существенным недостатком, исключившим распространение подобных конструкций, так как интенсивное внутреннее и внешнее трение внутри шины влечёт за собой её быстрый разогрев, ускоренный износ и разрушение.

Другая конструкция металлической вставки запатентована компанией Continental (рис. 5). Continental Support Ring (CSR) представляет собой металлическое кольцо с гибкой опорой, которое монтируется непосредственно на обод колеса [8]. В случае потери давления в шине кольцо обеспечивает подвижность автомобиля, при этом манёвренность автомобиля останется на прежнем уровне. Отсутствие избыточного давления в шине, по заявлению производителя, не ограничивает возможность движения с максимальной скоростью до 80 км/ч на расстояние не менее 200 километров [9]. CSR предлагается в основном для оснащения легковых полноприводных автомобилей. Конструкция может быть использована на большинстве стандартных ободьев в комбинации со многими видами шин. После длительного и всестороннего тестирования компании Maybach и Bentley приняли решение использовать эту систему для повышения безопасности своих автомобилей. Подобные конструкции получили широкое распространение и запатентованы многими зарубежными фирмами, в том числе компанией Yokohama.

Продолжение в следующем номере

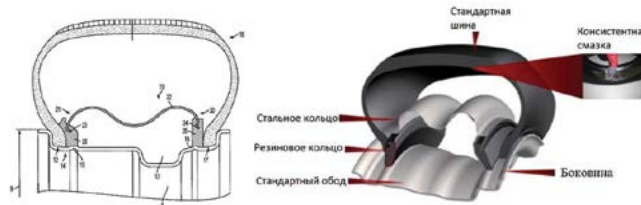


Рисунок 5. Вставка Continental Support Ring (CSR)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Gardner J. D., Lawrence J. P. Ohio, USA, The Firestone Tire and Rubber Company, Akron, Ohio. Feb. 6, 1979. Pneumatic tire, rim and runflat system combination. United States patent US4137894, B60C 17/00, Appl. № 807,609, filed: Oct. 12, 1974.
2. Igen G. L., Clairoux H. J. Mirtain, France; Uniroyal Aktiengesellschaft, Aachen, Fed. Rep. of Germany, Mar. 13, 1979. Inner tube assembly for runflat tires. France. United States patent US4143697, B60C 17/00, Appl. № 767,248, filed: Feb. 10, 1977.
3. Think runflat tires are new? Think again // Foster tire insiders blog [Электронный ресурс]. URL: <http://fostertire.blogspot.ru/2013/07/think-run-flat-tires-are-new-think-again.html> (дата обращения: 26.05.2014).
4. Walter P. Wynbeit, Royal Oak, Mich, May 11, 1971. Runflat combat tire. United States patent US3578056, B60C 17/04, Appl. № 826,119, filed: May 20, 1971.
5. Roy S. Cataldo, Birmingham, Mich., General Motors Corporation, Detroit, Mich., Jun. 5, 1979. Runflat tire having integral support means. United States patent US4157107, B60C 17/04, Appl. № 893,471, filed: Apr. 3, 1978.
6. Sjirk Van der Burg, Embourg, Belgium, Uniroyal Aktiengesellschaft, Aachen, Fed. Rep. of Germany, Dec. 11, 1979. Runflat tire. United States patent US4177848, B60C 17/04, Appl. № 831,829, filed: Sep. 9, 1977.
7. Edward G. Markow, Oakdale, N. Y., Grumman Aerospace Corporation, Bethpage, N. Y. Sep. 4, 1990. Tire interior support system. United States patent US4953291, B60C 17/06, Appl. № 281,714, filed: Dec. 9, 1988.
8. Glinz M., Neustadt (DE), Hellweg B., Hannover (DE), Continental Aktiengesellschaft, Hannover (DE), Oct. 15, 2002. Vehicle wheel with emergency running support body. United States patent US6463976, B60C 17/00, Appl. № 09/509,557, filed: Oct. 15, 1998.
9. Reifenservice für den Toyota RAV4 // Autocenter Südtirol Bruneck [Электронный ресурс]. URL: <http://www.toyota-bruneck.com/bridgestone-support-ring-bsr-de.php> (дата обращения: 07.06.2014).
10. Tyron Multi Band // Tyron flat tyre protection [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tyron.com/tyron-products-multiband.htm> (дата обращения: 27.05.2014).
11. Ryder J. C., Doylestown, Ohio, USA. The firestone tire and rubber company, Akron, Ohio, June 4, 1974. Runflat device for tires. United States patent US3814158, B60C 17/04, Appl. № 25,476, filed: Apr. 3, 1970.
12. Beadlock // Hutchinson worldwide [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hutchinsoninc.com/CMS/index.php?page=Military-Beadlock> (дата обращения: 04.07.2014).
13. Watts G. T., North Canton, Ohio. The Goodyear Tire & Rubber Company, Akron, Ohio, Aug. 7, 1979. Tubeless tire, safety support and rim assembly. United States patent US4163466, B60C 17/04, Appl. № 858,703, filed: Dec. 8, 1977.
14. Kopelson C., Correct Wheels / Tires for Hummers // Flashoffroad.com [Электронный ресурс]. URL: <http://flashoffroad.com/features/Wheels/Wheels.htm> (дата обращения: 24.06.2014).
15. Tabor R. L., The Dow Chemical Company, Houston, TX, Oct. 31, 2001. Runflat tire support and reinforcement member therefor. United States patent US20020157752, B60C 17/00, Appl. № 09/948,066, filed: Sep. 6, 2001.
16. Michelin PAX System // Michelin U. S. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.michelinman.com/automotive-tires/michelin-pax.page> (дата обращения: 03.07.2014).
17. Tactical™ Runflats // Hutchinson worldwide [Электронный ресурс]. URL: http://www.hutchinsoninc.com/CMS/index.php?page=Tactical_Runflats (дата обращения: 29.06.2014).
18. EUROSATORY: материалы выставки. — Париж, Франция, 16–20 июня 2014 г.
19. Patecell T. C., Flushing, N. Y., Jun. 2, 1981. Unitary runflat systems for inflatable tires and lock means. United States patent US4270592, B60C 17/04, Appl. № 18,853, filed: Mar. 8, 1979.
20. All terrain runflat (ATR) // Tyron flat tyre protection [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tyron.com/tyron-products-extended-runflat.htm> (дата обращения: 29.07.2014).
21. Steinke R. A., Boulder City, NV (US); Love T. M., Las Vegas, Moore J. G., Boulder, NV (US), Amerityre, Boulder City, NV (US), Jul. 15, 2008. Runflat tire insert system. United States patent US7398809, B60C 17/04, Appl. № 11/985,844, filed: Nov. 19, 2007.
22. Pender D. R., Columbia, S. C., Jul. 25, 1995. Runflat pneumatic tires including plural separate inserts. United States patent US5435363, B60C 17/06, Appl. № 20,150, filed: Feb. 19, 1993.
23. Gardetto W. W., Colleyville, TX (US), Mar. 25, 2010. Runflat support assembly for a pneumatic tired wheel and method of use of same. United States patent US20100071824, B60C 17/04, Appl. № 12/410,319, filed: Mar. 24, 2009.
24. Rodgard Runflats // Rodgard Runflat & Polymer Solutions [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rodgard.com/runflats.htm> (дата обращения: 07.07.2014).