

## **Анализ перспективных конструкций систем централизованной подкачки шин на примере патентов мировых производителей**

© Д.Ю. Лещинский, А.А. Смирнов, Е.В. Ягубова

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Проведен анализ наиболее значимых изобретений в области систем централизованной подкачки шин транспортных средств. Описаны наиболее интересные конструкции данных систем, пояснены основные подходы, использованные при их разработке.*

**Ключевые слова:** патентные исследования, система подкачки шин.

Конструкции систем подкачки шин в целом и их отдельных элементов отличаются большим разнообразием. При разработке новых или доработке существующих конструкций необходимо учитывать опыт, накопленный ведущими отечественными и зарубежными автопроизводителями или производителями автокомпонентов. Как правило, крупнейшие мировые производители свои технические решения и изобретения подкрепляют патентами, поэтому анализ патентных баз дает возможность определить основные направления принимаемых конструкторских решений.

Для отбора наиболее значимых и эффективных технических изобретений по системам централизованной подкачки шин колесных машин за последние 25 лет был проведен поиск по патентным ведомствам России, стран СНГ, Европы, США, Японии и Китая.

Выборку патентов осуществляли по международному патентному классификатору В60С23 – устройства для измерения, сигнализации управления или распределения давления и температуры в шинах, специально приспособленные для установки их на транспортных средствах; размещение устройств для накачивания шин (например, насосов, резервуаров) на транспортных средствах; приспособления для охлаждения шин. Всего было найдено около 16 тыс. патентов по системам централизованной подкачки шин транспортных средств. По данному направлению были выделены основные патентообладатели, которые являются известными автопроизводителями или производителями автокомпонентов: Dana Corporation, Vehicle Inflation Technologies, AM General, Meritor, Eaton Corporation, ОАО «КамАЗ», ОАО «ГАЗ» и др. Для анализа было отобрано 67 патентов.

Централизованное регулирование давления воздуха в шинах колес применяют на грузовых и специальных автомобилях для повышения проходимости. Данная система регулирует изменение давления воздуха в шинах при изменении дорожных условий, а также обеспечивает непрерывную подкачку в случае их повреждения [1].

В настоящее время в этой области можно выделить три основных направления для патентования:

- 1) разработка структуры и алгоритма системы централизованной подкачки шин;
- 2) проектирование системы подвода воздуха к вращающейся ступице колеса автомобиля;
- 3) разработка устройства контроля давления в пневматической шине.

Наибольшее место в представленной выборке патентов по системам подкачки воздуха в шинах занимают технические решения в области разработки структуры и алгоритма систем централизованной подкачки шин.

Так, в патенте EP1497145 компании Dana Corporation предлагается система, которая включает в себя источник воздуха; трубопровод для подачи воздуха от источника в шину; датчик давления в трубопроводе, отличающийся тем, что дополнительно содержит электронный блок для измерения объема воздуха в трубопроводе на участке от источника воздуха до шины. Как отмечается в патенте, в существующих системах подкачки шин для их эффективной работы блок управления использует значительное количество параметров (давление воздуха в шинах, объем утечек воздуха из системы, расположение клапанов), которые сильно зависят от конкретного исполнения системы [2]. В связи с этим перед установкой системы на транспортное средство требуется ручная калибровка блока управления подкачкой шин. В рассматриваемом патенте предлагается в алгоритм управления ввести шаги по автоматическому измерению объема трубопроводов от источника воздуха до шины и затем адаптировать систему управления в соответствии с полученными значениями. Таким образом, данная система может быть использована на различных автомобилях без предварительной ручной калибровки системы управления.

Способностью системы немедленно выявлять повреждение и поставлять достаточное количество дополнительного объема воздуха в шину активно занимается компания Eaton (патенты EP0297837, US5313995). Данное свойство разработчики называют «gun flat» (шина, остающаяся рабочей после прокола). Система содержит контрольный и запорный клапаны на каждом колесном узле автомобиля (патент EP0297837), подключенные к центральной системе управле-

ния. Если производительности источника воздуха недостаточно, поврежденная шина отключается от системы подкачки. Режим «gun flat» включается водителем при попадании автомобиля под обстрел противника или в других случаях [3, 4].

Большое внимание в патентных документах уделяется также разработке систем подвода воздуха к вращающейся ступице колеса. Стоит выделить два основных способа подвода воздуха к шине: с внешним и внутренним расположением воздухопроводящих каналов. В первом случае воздух подается к шине с помощью шлангов, расположенных с внешней стороны колеса автомобиля (патент US7273082 компании Hendrickson) [5], во втором – через специальные каналы в цапфе и ступице (патент RU111479 компании ОАО «КамАЗ») [6]. Патентные исследования показали, что более широко используется первый способ. Это связано с возможностью незначительного изменения конструкции и лучшей ремонтпригодностью. Однако применение систем подвода воздуха с внутренним расположением каналов характерно для военных и специальных транспортных средств, так как при этом нет необходимости в использовании легкоуязвимых внешних трубок или шлангов. Но при этом возникают трудности с уплотнениями, надежность которых непосредственно влияет на надежность узла в целом.

Так, в патенте RU111479 воздухопроводящий канал выполнен в цапфе и ступице колеса. Корпус состоит из неподвижной и вращающейся частей, между которыми установлено уплотнение, состоящее из двух манжет. Пневмолиния подвода рабочей среды снабжена свободно перемещающимся в осевом направлении гибким шлангом для соединения с источником рабочей среды.

В патенте RU2019434 герметичность достигается тем, что в гнезде ступицы запрессован эластичный гофрированный уплотнитель, закрепленный в зоне внутреннего диаметра между рифленой поверхностью приемного штуцера и шайбой, при этом между уплотнителем и ступицей установлен ограничитель (патент RU2019434 ОАО «ГАЗ») [7].

Производитель военных и гражданских автомобилей Hummer компания AM General Corporation имеет патент US5535516 на изобретение метода адаптации колесно-ступичного узла для использования системы центральной подкачки шин. В колесно-ступичном узле с внутренней стороны установлен специальный ступичный подшипник, внутреннее кольцо которого неподвижно и имеет отверстие для подачи воздуха. Чтобы воздух не проходил через подшипники, применены радиальные уплотнения, устанавливаемые между кольцами подшипника. Для удобства сборки и разборки узла предлагается применение специальной втулки, которая препятствует контакту

уплотнений с цапфой и предотвращает их повреждение при монтажных работах. В предлагаемой конструкции вызывает сомнение возможность обеспечения достаточной пропускной способности воздушных каналов для быстрой накачки и спуска шин [8].

Интерес к очистке воздуха перед его попаданием в шину проявляет компания Meritor Heavy Vehicle Technology. Так, в патенте US6394159 описан способ установки фильтра на ступице колеса для очистки воздуха от примесей при подкачке. Фильтр установлен на наружной части ступицы и поэтому легкодоступен для обслуживания (патент US6394159 компании Meritor Heavy Vehicle Technology) [9].

В качестве новаторского решения стоит выделить самоподкачивающуюся шину Goodyear (патент US8381785), для которой не требуется сложной централизованной системы подкачки, поскольку шина накачивается от собственного качения. В соответствии с патентом, в закраины шины вмонтирована пара торообразных оболочек, которые при вращении колеса периодически сжимаются и подкачивают воздух в шину, т. е. использован принцип работы шлангового насоса [10]. Однако стоит отметить трудности в регулировке давления в шинах при использовании данной системы, а следовательно, отсутствие целесообразности использования данной конструкции на многоцелевом транспортном средстве.

Большое количество зарубежных патентов за последние 5–10 лет посвящено системам подкачки неведущих колес, в частности колес прицепов и полуприцепов. В то время как отечественные конструкторы рассматривают регулирование давления воздуха в шинах в основном как средство повышения проходимости по слабонесущим грунтам и живучести автомобиля при обстреле, зарубежные производители делают акцент на снижение коэффициента сопротивления качению шин путем оптимального выбора давления воздуха в них, а также на повышение безопасности движения.

Из структурных схем, представленных в проанализированных патентах, можно сделать вывод о практически полном переходе систем регулирования на цифровое управление. При этом в качестве управляющего устройства выступает микроконтроллер, а исполнительными служат пневматические клапаны с электромагнитным управлением. В этой области в основном патентуют алгоритмы работы системы подкачки шин, которые обеспечивают автоматический мониторинг и регулирование давления до нужного уровня, определяемого водителем; автоматическое выявление поврежденных шин и, в случае необходимости, отключение их от системы. Так, в патенте US6401743 компании Vehicle Inflation Technologies представлена система оповещения, использующая регулятор давления и электрический сигнализатор, которые выполнены как единое целое. Задачей изобретения

является создание такой системы, которая будет указывать на низкий уровень давления в системе, даже при отключенном источнике подачи воздуха. При этом нет необходимости в установке дополнительных клапанов или внешних переключателей (патент US6401743 компании Vehicle Inflation Technologies) [11]. Необходимый уровень давления воздуха выставляется винтом. При значительном снижении давления воздуха в шинах поршень опускается и замыкает электрические контакты, включающие сигнализатор.

В патентах самых последних лет прослеживается тенденция расширения набора датчиков, отслеживающих параметры воздуха в шине (давление и температуру), перенос их максимально близко к объекту измерения (на колесо или в шину) и использование беспроводной связи с ними.

По результатам проведенных исследований были выявлены наиболее перспективные технические решения в области систем централизованной подкачки шин. Патентуемые изобретения не всегда находят применения в реальных условиях эксплуатации, однако по имеющимся патентам у ведущих компаний-производителей можно проследить тенденцию развития конструкций систем, а также определить патентоспособность разрабатываемых в рамках НИОКР элементов конструкций привода.

*Работа выполнена в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 в рамках договора №9905/17/07-к-12 между ОАО «КамАЗ» и Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана при финансовой поддержке Российской Федерации и Минобрнауки.*

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Осеичугов В.В., Фрумкин А.К. *Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета*. Москва, Машиностроение, 1989, 304 с.
- [2] Dana Corporation. *Active adaptation of control algorithms or a central tire inflation system*. Pat. 1497145 European Patent Office, 2003, bul. № 2007/46, 15 p.
- [3] Eaton Corporation. *Central tire inflation system*. Pat. 5313995 United States Patent, 1994, 13 p.
- [4] Eaton Corporation. *Central tire inflation system*. Pat. 0297837 European Patent Office, 1995, bul. № 89/01, 13 p.
- [5] Hendrickson. *Tire inflation system apparatus and method*. Pat. 7273082 United States Patent, 2007, 37 p.
- [6] Открытое акционерное общество «КамАЗ». *Система подвода воздуха к шинам*. Пат. 111479 Российская Федерация, 2011, 2 с.
- [7] Акционерное общество открытого типа «ГАЗ». *Устройство подвода воздуха от неподвижной цапфы к вращающейся ступице*. Пат. 2019434 Российская Федерация, 1990, 4 с.
- [8] AM General Corporation. *Vehicle wheel end assembly*. Pat. 5535516 United States Patent, 1996, 9 p.

- [9] Meritor Heavy Vehicle Technology, LLC. *Hub cap filter for tire inflation system*. Pat. 6394159 United States Patent, 2002, 5 p.
- [10] The Goodyear Tire & Rubber Company. *Self-inflating tire assembly*. Pat. 8381785 United States Patent, 2013, 18 p.
- [11] Vehicle Inflation Technologies, Inc. *Automatic tire inflation system having a pressure regulator with an integrated leak detection switch*. Pat. 6401743 United States Patent, 2002, 7 p.

Статья поступила в редакцию 11.10.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лещинский Д.Ю., Смирнов А.А., Ягубова Е.В. Анализ перспективных конструкций систем централизованной подкачки шин на примере патентов мировых производителей. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/1123.html>

**Лещинский Денис Юрьевич** — аспирант кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Область научных интересов: проектирование узлов колесных машин повышенной проходимости. e-mail: [denis.leschinsky@mail.ru](mailto:denis.leschinsky@mail.ru)

**Смирнов Александр Анатольевич** — канд. техн. наук, доцент кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 20 работ в области проектирования узлов колесных машин повышенной проходимости. e-mail: [smr\\_a@mail.ru](mailto:smr_a@mail.ru)

**Ягубова Евгения Вячеславовна** — аспирант кафедры «Колесные машины» МГТУ им. Н.Э. Баумана, инженер НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор одной научной работы в области проектирования узлов колесных машин повышенной проходимости. e-mail: [yagubova.evg@yandex.ru](mailto:yagubova.evg@yandex.ru)