

Анализ перспективных конструкций систем поддрессоривания транспортных средств 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 поддрессоривания транспортных средств. Описаны наиболее интересные конструкции этих систем. Пояснены основные подходы, примененные при их разработке.

Ключевые слова: патентные исследования, патентный поиск, системы поддрессоривания автомобилей, независимая подвеска.

Конструкции систем поддрессоривания 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 поддрессоривания транспортных средств за последние 25 лет был проведен поиск по патентным ведомствам России, стран СНГ, Европы, США, Японии и Китая.

Выборку патентов выполняли по международным патентным классификаторам B60G — подвесные устройства транспортных средств и F16F — пружины и рессоры, амортизаторы, средства для гашения колебаний. Всего было найдено около 240 тыс. патентов по системам поддрессоривания транспортных средств. По данному направлению были выделены основные патентообладатели, которые являются известными автопроизводителями или производителями автокомпонентов: Meritor Heavy Vehicle Systems, AxleTech, ОАО «КамАЗ», Oshkosh Truck, Timoney Technology, ОАО «Минский завод колесных тягачей». Для анализа был отобран 241 патент.

Ниже приведены и проанализированы основные тенденции в развитии конструкций систем поддрессоривания и их элементов, которые удалось выявить в ходе анализа отобранных патентов.

Анализируя патенты, полученные компанией Meritor, можно отметить, что подавляющее их большинство посвящено подвескам коммерческих автомобилей, прицепов и полуприцепов. Наблюдается тенденция постепенного перехода к независимым подвескам для коммерческого транспорта. Как правило, упругим элементом подвески является пневматический элемент. В качестве направляющих элементов подвесок данной компании (зависимых и независимых) используют продольные (патент US5908198 компании Meritor) либо косые рычаги [1]. Прослеживается тенденция наделяния подвески новыми дополнительными функциями: подъем ведущих и неведущих осей тягача и полуприцепа, регулирование дорожного просвета и др. В последнее десятилетие также развивается применение принципа модульности в конструкциях подвески. Проявляется это в том, что конструкция подвески разработана таким образом, чтобы ее можно было применить на любой ведущей или неведущей оси и закрепить на раме автомобиля с минимальными затратами.

Согласно проведенному патентному анализу, родоначальником применения модулей ведущих управляемых и неуправляемых осей с независимой подвеской можно считать компанию Timoney, которая уже в 1988 г. запатентовала указанный модуль (патент EP0287278 компании Timoney). Однако в этом патенте не имеется каких-либо конструктивных подробностей — был запатентован сам принцип объединения элементов подвески и главной передачи и размещения их под рамой автомобиля [2].

На примере патентов компании Timoney прослеживается тенденция использования начиная с 2000 г. наряду с цилиндрическими пружинами гидропневматических упругих элементов. Компания предлагает использовать гидропневматические элементы с компенсирующим устройством, снижающим силы в подвеске при ходах отбоя (патент US20100156012 компании Timoney) [3]. В отечественной литературе подобные конструкции называются «с противодавлением» и подразумевают наличие дополнительной газовой полости. У Timoney существует несколько вариантов организации «противодавления», в том числе с использованием цилиндрической пружины, что должно, видимо, удешевить конструкцию и повысить ее надежность.

Кроме того, компания Timoney впервые запатентовала применение модуля ведущей управляемой оси с независимой подвеской на сочлененном самосвале (патенты US20070145809, US8327966), что свидетельствует о начале использования независимой подвески с ведущей осью в области коммерческого транспорта (патент US8327966 компании Timoney) [4, 5].

Одним из первых патентов компании Oshkosh по данной тематике является EP0706904, выданный в 1994 г. Компания Oshkosh

ввела дополнительные переходные детали для крепления рычагов к раме [6].

Достаточно много внимания в патентах компании Oshkosh уделено способам обеспечения устойчивости пружин. Причем если в первых патентах был применен обычный трубчатый элемент, закрепленный на раме концентрично пружине, то в последующих — стержень, проходящий внутри пружины, шарнирно закрепленный на нижнем рычаге и скользящий в специальной опоре на раме. На примере патентов этой компании также прослеживается тенденция отказа от применения классических сайлентблоков для крепления рычагов подвески к раме и переход на металлические подшипники скольжения. При этом для обеспечения виброизолирующих свойств используется крепление шарниров к раме через втулки, изготовленные из эластомера. Аналогичный подход применен отечественными конструкторами в независимой подвеске бронетранспортера БТР-90 (изделие 5923).

Как и другие, компания Oshkosh начиная с 2000 г. патентует применение гидропневматических элементов в своих подвесках, при этом внутреннее устройство элементов не раскрывается, а основное внимание уделяется способам организации гидравлических связей между упругими элементами разных колес автомобиля. Гидравлические стойки колес одной оси (или разных осей) взаимосвязаны через общий гидравлический узел (патент US2006019236 компании Oshkosh).

Такое соединение разноименных полостей гидравлических стоек обеспечивает большее сопротивление поперечному опрокидыванию, чем сочетание стабилизатора поперечной устойчивости с обычными амортизаторами. Однако при этом происходит значительное усложнение конструкции и возникает зависимость перемещения одного борта от перемещения другого. Поэтому данная система может быть полезна в ситуациях, когда транспортное средство поворачивает с большой скоростью на ровной дороге, но приводит к отрицательным последствиям в случае движения по неровной местности. Предлагается устанавливать датчик поперечного ускорения корпуса транспортного средства, на основании показаний которого система включается либо отключается [7].

Компания AxleTech в 2004 г. запатентовала аналогичный модуль ведущей управляемой оси с независимой подвеской (патент US7850181). Основной упор в патенте сделан на способ регулирования угла установки картера главной передачи в подрамнике (видимо, для того, чтобы обойти патенты конкурентов) [8]. Также следует отметить, что компания не патентовала решения с применением гидропневматических элементов, но запатентовала комбинированную

стойку, в которой параллельно работают пневматический упругий элемент, цилиндрическая пружина и гидравлический амортизатор. Применение такого решения позволяет обеспечить возможность регулирования подвески в определенных пределах, что трудно организовать только с использованием пружины, и в то же время повысить надежность подвески при выходе из строя пневмоэлемента.

Белорусский автопроизводитель ОАО «Минский завод колесных тягачей» имеет один патент на варианты независимых подвесок с ведущими мостами (патент ЕА011530). Задачей изобретения является создание конструкции независимой подвески колеса транспортного средства, которая обеспечивала бы повышение надежности работы подвески при одновременном повышении прочности ее конструктивных элементов [9]. Кроме того, подвеска должна обеспечивать более высокую степень амортизации как вертикальных, так и угловых (возникающие крутящие моменты) изменений траектории перемещения колеса транспортного средства, связанных с изменением рельефа дорожного полотна.

Поставленная задача решена применением заявляемой независимой подвески на двойных поперечных рычагах. Для соединения рычагов с рамой используют цилиндрические шарниры, а со стойкой колеса — шаровые. Для демпфирования колебаний подвески применен амортизатор, установленный на верхнем или нижнем рычаге.

Особенностью патентуемой конструкции является расположение упругого элемента (пневматического или цилиндрической пружины) между чашами, одна из которых неподвижно установлена на раме, а вторая опирается на расположенный на стойке колеса опорный подшипник и связана посредством механизма блокировки поворота с верхним рычагом подвески. Предлагаемая конструкция позволяет значительно увеличить длину рычагов подвески, что благоприятно сказывается на траектории движения колеса в вертикальной плоскости [10].

ОАО «КамАЗ» особую роль отводит гидропневматической подвеске. Так, в патенте RU2280565 описана гидропневматическая рессора, которая содержит гидравлический цилиндр с демпфером, связанным с пневматическим элементом. Получается достаточно простая и компактная конструкция с высокими упругими характеристиками и расширенными функциональными возможностями. Предложены различные варианты расположения и закрепления пневмоцилиндров [11]. Подвеска может быть установлена на раме, при этом конец штока гидроцилиндра закреплен на переднем мосту автомобиля, а конец штока пневмоцилиндра — на задней опоре кабины. Также возможна установка двух гидропневматических подвесок, когда гид-

роцилиндры крепят с помощью кронштейнов на раме, при этом конец штока одного из гидроцилиндров закреплен на переднем мосту автомобиля, конец штока другого — на заднем мосту, а концы штоков пневмоцилиндров — соответственно на передней и задней опорах кабины.

Имеется патент RU2291790 на изобретение системы привода с контурами охлаждения и подогрева пневмогидравлических элементов системы подрессоривания транспортного средства (патент RU2291790 ОАО «КамАЗ») [12]. Данная система обеспечивает повышение средней скорости и плавности хода по пересеченной местности при значительном изменении массы транспортного средства благодаря созданию системы терморегулирования, которая позволяет добиться принудительного изменения температуры рабочего тела пневмогидравлических упругих элементов, а следовательно, и упругих характеристик подвески в целом.

В результате проведенных патентных исследований можно сформулировать следующие типовые конструкторские решения, применяемые в независимых подвесках ведущими производителями:

- 1) направляющие элементы — двойные поперечные рычаги;
- 2) для закрепления рычагов подвески к подрамнику — цилиндрические шарниры в виде подшипника скольжения с металлической втулкой или резинометаллического шарнира;
- 3) шаровые опоры скольжения — сферические шарниры для закрепления поворотного кулака к рычагам подвески (шаровой палец закреплен в поворотном кулаке, опора — в рычаге). При этом большое внимание уделяется скорости и удобству отсоединения колесно-ступичного узла от подвески, что достигается особой конструкцией пальца или опоры;
- 4) упругий элемент для специальных транспортных средств — гидропневматический или пневматический, для коммерческих транспортных средств — цилиндрическая пружина;
- 5) нижняя опора пружины — цилиндрический шарнир на нижнем рычаге;
- 6) нижняя опора гидропневматического элемента — сферический шарнир на нижнем рычаге;
- 7) нижняя опора пневматического элемента — верхний рычаг или поворотный кулак.

Таким образом, по результатам проведенных исследований были выявлены наиболее перспективные технические решения в области систем независимых подвесок большегрузных автомобилей. Патентуемые изобретения не всегда находят применения в реальных условиях эксплуатации, однако по имеющимся у ведущих компаний-производителей патентам можно проследить тенденцию развития

конструкций систем, а также определить патентоспособность разрабатываемых в рамках НИОКТР 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] Meritor Heavy Vehicle Systems, LLC. *Center beam suspension system*. Pat. 5908198 United States Patent, 1999, 14 p.
- [2] Timoney. *A vehicle chassis transverse structural member*. Pat. 0287278 European Patent Office, 1988, bul. № 88/42, 9 p.
- [3] Timoney. *Hydro-pneumatic suspension system*. Pat. 2010/0156012 United States Patent, 2010, 11 p.
- [4] Timoney. *Articulated dump truck*. Pat. 2007/0145809 United States Patent, 2007, 19 p.
- [5] Timoney. *Articulated dump truck*. Pat. 8327966 United States Patent, 2012, 19 p.
- [6] Oshkosh Truck Corporation. *Improvements in independent suspensions*. Pat. 0706904 European Patent Office, 1994, bul. № 1996/16, 13 p.
- [7] Oshkosh Truck Corporation. *Suspension system*. Pat. 2006019236 United States Patent, 2006, 20 p.
- [8] Axletech International IP Holdings, LLC. *Independent suspension with adjustable sub-frame*. Pat. 7850181 United States Patent, 2010, 9 p.
- [9] Производственное республиканское унитарное предприятие «Минский завод колесных тягачей». *Независимая подвеска колеса транспортного средства*. Пат. 011530 Евразийское патентное ведомство, 2007, 5 с.
- [10] Осепчугов В.В., Фрумкин А.К. *Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета*. Москва, Машиностроение, 1989, 304 с.
- [11] Открытое акционерное общество «КамАЗ». *Гидропневматическая подвеска транспортного средства*. Пат. 2280565 Российская Федерация, 2004, бюл. № 21, 9 с.
- [12] Открытое акционерное общество «КамАЗ». *Система поддрессоривания транспортного средства*. Пат. 2291790 Российская Федерация, 2005, бюл. № 2, 8 с.

Статья поступила в редакцию 10.11.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Лещинский Д.Ю., Смирнов А.А., Ягубова Е.В. Анализ перспективных конструкций систем поддрессоривания транспортных средств на примере патентов мировых производителей. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 12. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/1122.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

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

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