

Анализ перспективных конструкций ведущих мостов 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 ведущих мостов транспортных средств. Описаны наиболее интересные конструкции мостов и главных передач, колесно-ступичных узлов, карданных валов и механизмов блокировки дифференциалов. Пояснены основные подходы, примененные при их разработке.

Ключевые слова: *патентные исследования, патентный поиск, система привода, главная передача, колесный редуктор, карданный вал, механизм блокировки дифференциала.*

Конструкции ведущих мостов 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 привода ведущих мостов большегрузных колесных машин за последние 25 лет был проведен поиск по патентным ведомствам России, стран СНГ, Европы, США, Японии и Китая по направлениям колесно-ступичный узел, колесный редуктор, конструкции мостов и главных передач, карданные валы, механизм и тип блокировки дифференциалов, а также система смазки мостов.

Выборку патентов выполняли по международным патентным классификаторам В60К17 — расположение или монтаж трансмиссий на транспортных средствах; F16Н48 — дифференциальные передачи; F16Н57/04 — конструктивные особенности, относящиеся к смазке или охлаждению; F01М9/06 — смазка машин окупанием или разбрызгиванием. Всего было найдено около 70 тыс. патентов по ведущим мостам транспортных средств. По данному направлению были выделены основные патентообладатели, которые являются извест-

ными автопроизводителями или производителями автокомпонентов: Meritor Heavy Vehicle Systems, AxleTech, ZF Friedrichshafen, ОАО «КамАЗ», Oshkosh Truck, Timoney Technology, Volvo, Dana Corporation, MAN Nutzfahrzeuge, Raba, Scania, GKN, Renault, ОАО «МАЗ», ПО «МТЗ».

Рассмотрим основные тенденции в развитии конструкций мостов и их элементов, которые удалось выявить в ходе анализа отобранных 387 патентов.

Для мостов автомобилей большой грузоподъемности чаще используют *колесные редукторы* планетарного типа по схеме с остановленной короной, расположенные, как правило, с внешней стороны по отношению к ступичным подшипникам [1]. Выявлен один патент US6872163 у фирмы AxleTech, в котором колесный планетарный редуктор расположен с внутренней стороны по отношению к ступичным подшипникам, но он носит скорее принципиальный характер, поскольку не содержит подробного описания каких-либо конструктивных особенностей [2].

В большинстве патентов рассматривается планетарный колесный редуктор с прямым зубым зацеплением. У компании MAN имеется патент EP0823346, в котором защищается несколько вариантов косозубого планетарного редуктора для неразрезного моста. В конструкцию редуктора они вводят дополнительный конический или упорный подшипник, в крестовине дифференциала моста организуют специальные места для упора полуосей. Основная цель применения косозубого зацепления — уменьшить шум [3].

В значительном количестве патентов, посвященных колесным редукторам, рассмотрены варианты изменения их передаточного отношения, например применение двухступенчатых планетарных редукторов или использование муфт переключения, обеспечивающих возможность передачи крутящего момента от полуоси к колесу через редуктор либо напрямую. Особенно много подобных патентов у ОАО «МАЗ», причем они отличаются достаточно подробной конструктивной проработкой. Возможно, это связано с разработкой электрического привода ведущих мостов, поскольку рабочий диапазон электромотора обычно недостаточен для привода автомобиля большой грузоподъемности.

Имеется также некоторое количество патентов на колесные редукторы, в которых патентуется механизм, позволяющий переводить колеса моста из ведущего режима в ведомый и наоборот. Данные патенты направлены на повышение экономичности многоосных автомобилей. Так, можно отметить патент RU49763 на полезную модель колесной передачи ведущего моста (патент RU49763 ОАО «МАЗ») с установленным на оси между подшипниками ступицы колеса

устройством подвода рабочей среды, которое с помощью каналов с одной стороны соединено с внешним выводом, а с другой — с пневмо- или гидросистемой автомобиля, а между крышкой и водилом в отверстии крышки размещена двухвенцовая зубчатая муфта с механизмом управления [4]. Двухвенцовая зубчатая муфта выполнена с возможностью соединения или разъединения вторым венцом с шлицевым отверстием водила, при этом первый венец установлен в шлицевом отверстии крышки. Механизм управления двухвенцовой зубчатой муфтой размещен во внутренней полости муфты; выполнен в виде неподвижного поршня, закрепленного на оси крышки, и опирается в торец зубчатой муфты посредством предварительно сжатой обратной пружины. Управление двухвенцовой зубчатой муфтой осуществляется путем подачи воздуха или жидкости по каналам от устройства подвода рабочей среды через внешний вывод в замкнутой полости, образованной торцом двухвенцовой зубчатой муфты и неподвижным поршнем. Наличие механизма управления зубчатой муфтой, соединенного с помощью каналов с пневмо- или гидросистемой автомобиля, позволяет оперативно в зависимости от дорожных условий (грязь, гололед, снег и т. д.) включать в работу ведущий мост с рабочего места водителя транспортного средства, т. е. управлять дистанционно.

Патенты, касающиеся *общей конструкции главных передач* (центральных редукторов), не отличаются большим разнообразием, что, скорее всего, связано с применением давно апробированных и устоявшихся схем и конструкторских решений. В основном данные патенты направлены на улучшение технологичности применяемых деталей, простоты сборки отдельных элементов и главной передачи в целом, сокращения габаритных размеров передачи. В подавляющем большинстве патентов, посвященных проходной главной передаче, используется практически идентичная схема передачи крутящего момента: входной вал — межосевой дифференциал — цилиндрическая передача — коническая передача — межколесный дифференциал — полуоси. Некоторые отличия возможны в способе установки подшипников, расположении муфты блокировки межосевого дифференциала, форме картерных деталей. Например, в патенте WO2002099311 компании Dana Corporation предлагается в отдельном стакане осуществлять под сборку ведущей конической шестерни и затем устанавливать ее в корпус главной передачи [5].

В подавляющем большинстве патентов, в которых одновременно описываются проходная и непроходная главные передачи, последняя выполнена одинарной конической, что свидетельствует о смещении акцента от унификации к экономичности (лучший КПД). Также следует отметить, что в представленных в патентах графических мате-

риалах коническая передача имеет гипоидное смещение, причем иногда различное для проходного и непроходного мостов (патент US6514169 компании Dana Corporation) [6]. Однако как отличительный признак патента — гипоидное смещение — чаще всего не защищается.

Большое количество патентов посвящено *конструкции механизмов блокировки* как межосевых, так и межколесных дифференциалов, а также конструкции самоблокирующихся межколесных дифференциалов.

В зарубежных конструкциях блокировок наметился переход от привода муфт блокировок с помощью штока и скользящей вилки к приводу с помощью цилиндра и поршня, установленных концентрично с муфтой, причем между толкающим поршнем и вращающейся блокирующей муфтой часто устанавливается упорный подшипник качения (патент US6077183 компании Raba) [7]. В некоторых патентах отмечается, что для управления муфтой блокировки можно использовать гидросистему.

В большинстве проанализированных патентов блокировка дифференциала осуществляется с помощью перемещаемой муфты, причем одни компании отдадут предпочтение муфтам с торцевыми кулачками, другие — цилиндрическим зубчатым муфтам. У компаний Meritor и AxleTech имеются патенты US6283884 и EP1457712 соответственно, в которых блокировка межколесного дифференциала выполняется с помощью пакета фрикционных дисков [8, 9]. В конструкции дифференциала компании Meritor пакет дисков сжимается непосредственно поршнем, на который действует давление рабочей жидкости, причем жидкость подводится к нему через специальное уплотнение. В конструкции дифференциала компании AxleTech поршень под действием жидкости перемещается и воздействует на тарельчатую пружину, которая, действуя как двуплечий рычаг, сжимает пакет фрикционных дисков. Следует отметить перспективность указанных конструкторских решений, так как применение фрикционных дисков для блокировки дифференциала способствует снижению нагруженности трансмиссии, повышению ее надежности, дает возможность управлять в определенных пределах распределением моментов по колесам автомобиля и автоматизировать процесс блокировки [10].

При анализе выявлено некоторое количество патентов, касающихся самоблокирующихся межколесных дифференциалов. В большинстве из них блокировка осуществляется при сжатии пакета фрикционных дисков при действии различных крутящих моментов на шестернях полуосей дифференциала. Однако в патенте ОАО «КамАЗ» (RU2184291) блокировка выполняется благодаря особому профилю кулачков на шестерне полуоси [11].

Значительное число патентов посвящено *конструкциям систем смазки* в основном главных передач и дифференциалов, причем предлагаемые в патентах решения достаточно разнообразны — от специальных карманов-маслосборников с каналами до отдельных насосов для системы смазки и электронных датчиков для слежения за уровнем масла в мостах. Такое разнообразие решений может свидетельствовать о том, что проблема смазки в ведущих мостах остается не полностью решенной для всех условий эксплуатации, но очевидна тенденция усложнения систем смазки, применения в них электронных датчиков и актуаторов, позволяющих в различных режимах движения организовать различные схемы циркуляции масла.

При анализе выборки патентов по *карданным валам, карданным шарнирам, шарнирам равных угловых скоростей* были выделены компании ОАО «Белкард», GKN, NTN Corporation, ОАО «КамАЗ», ОАО «МАЗ», Spicer, Meritor и др. Анализируя патенты, полученные всеми компаниями, стоит обратить внимание, что они относятся к двум направлениям: разработка конструкции карданного вала и разработка конструкции карданного шарнира.

В результате проведенных патентных исследований можно отметить, что основные задачи, на решение которых направлены предлагаемые оригинальные варианты конструкций, следующие:

1) повышение надежности и долговечности конструкций (речь идет в первую очередь о карданном вале, шарнире и шлицевом соединении особенно при больших рабочих углах или большом передаваемом крутящем моменте), оптимизация процесса смазки элементов конструкции, а также создание защитных устройств;

2) создание рациональной конструкции, которая, с одной стороны, обеспечивает требуемый уровень надежности, а с другой — является достаточно простой и, как следствие, низкокзатратной при производстве. Затраты определяются как технологическими вопросами, так и используемыми при производстве материалами, а также их требуемым объемом;

3) снижение массы карданной передачи и уменьшение объема пространства, необходимого для ее функционирования;

4) уменьшение трудоемкости обслуживания карданной передачи в ходе эксплуатации транспортного средства;

5) снижение уровня шума и вибраций благодаря применению шумо-вибропоглощающих материалов.

Результаты проведенных патентных исследований можно использовать для оценки технического уровня выпускаемой или планируемой к выпуску продукции и для определения патентоспособности применяемых конструкторских решений, а также для выбора пер-

спективных направлений развития конструкций ведущих мостов транспортных средств.

Таким образом, тема создания рациональной конструкции карданной передачи, несмотря на кажущуюся ее относительную простоту и незначительность в конструкции автомобиля, является актуальной, о чем свидетельствует достаточное число патентов по данной тематике, выданных ведущими мировыми производителями автокомпонентов.

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] Оsepчyгов В.В., Фрумкин А.К. *Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета*. Москва, Машиностроение, 1989, 304 с.
- [2] AxleTech International IP Holdings, LLC. *Planetary wheelend*. Pat. 6872163 United States Patent, 2005, 4 p.
- [3] MAN Nutzfahrzeuge Aktiengesellschaft. *Aussenplaneten-Achse fur Kraftfahrzeuge*. Pat. 0823346 Europäisches Patentamt, 1996, pat. № 1998/07, 12 s.
- [4] Производственное республиканское унитарное предприятие «Минский автомобильный завод». *Колесная передача ведущего моста транспортного средства*. Пат. 49763 Российская Федерация, 2005, бюл. № 34, 2 с.
- [5] Dana Corporation. *Tandem axle pinion shaft subassembly*. Pat. 2002/099311 World Intellectual Property Organization, 2002, 18 p.
- [6] Dana Corporation. *Tandem axle assembly with different hypoid offsets*. Pat. 6514169 United States Patent, 2003, 8 p.
- [7] Raba Magyar Vagon-es Gepgyar Rt. *Differential lock-up assembly for vehicles*. Pat. 6077183 United States Patent, 2000, 8 p.
- [8] Meritor Heavy Vehicle Systems, LLC. *Differential lock actuator*. Pat. 6283884 United States Patent, 2001, 9 p.
- [9] AxleTech International IP Holdings, LLC. *Differential locking mechanism for a drive axle assembly*. Pat. 1457712 European Patent Office, 2004, bulletin № 2004/38, 16 p.
- [10] Афанасьев Б.А., Жеглов Л.Ф., Зузов В.Н., Котиев Г.О., Полунгян А.А., Фоминых А.Б. *Проектирование полноприводных колесных машин*. Полунгян А.А. ред., в 3 т. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008, т. 2, 528 с.
- [11] Открытое акционерное общество «КамАЗ». *Устройство автоматической блокировки дифференциала*. Пат. 2184291 Российская Федерация, 2000, 7 с.

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 ведущих мостов транспортных средств на примере патентов мировых производителей. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 12. URL: [http:// engjournal.ru/catalog/machin/transport/1121.html](http://engjournal.ru/catalog/machin/transport/1121.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