



ХАРАКТЕРНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ТРАНСМИССИЙ В СОВРЕМЕННОМ АВТОТРАНСПОРТЕ

В статье рассматриваются некоторые характерные особенности конструкций грузовых автомобилей, автобусов и других автотранспортных средств, которые были представлены на Московских международных выставках коммерческого автотранспорта.

Грузовые автомобили, автобусы, конструкции.

Анализ конструкций автотранспортных средств разных производителей и технологий их изготовления показывает существование ряда характерных тенденций в современном автомобилестроении. Такому анализу способствуют рекламные материалы производителей автотранспортной и специальной техники, публикации специализированных периодических изданий, а также экспозиции международных выставок COMTRANS, Автомеханика-MIMS, Busworld Russia, MiningWorld, Московский международный автосалон ММАС, Строительная техника и технологии ССТ. Конструкторские и технологические аспекты современных автотранспортных средств с точки зрения зарубежных инженеров изложены, в частности, в объемных англоязычных изданиях [3–8]. Рассмотрим далее некоторые характерные конструктивные особенности транспортных и транспортно-технологических машин.

1. В современных автомобилях кроме традиционных стали и чугуна все шире и шире применяются сплавы легких металлов и полимерные материалы. Низколегированные стали многие годы вытесняют углеродистые стали для элементов сильно нагруженных автомобильных рам и кузовов. Автомобильные конструкторы также стремятся заменять металлические детали деталями, изготовленными из высокопрочных неметаллических и композитных материалов. В связи с этим отметим, например, оригинальные прицепы и полуприцепы компании Benalu Group, которая много лет активно использует алюминиевые сплавы в своей продукции (<https://www.benalugroup.com/>).

2. В процессах проектирования автотранспортных средств очень широко применяются методы компоновки машин на основе хорошо зарекомендовавших себя агрегатов и комплектующих. Так, например, в грузовых автомобилях и автобусах различных производителей применяются дизельные двигатели Cummins, сцепления, механические и гидромеханические коробки передач, передние и задние мосты ZF, автоматические коробки передач Allison и Diwa, тормозное оборудование WABCO и Haldex, самосвальное

оборудование Hуva и Meiller, климатические системы Webasto. Автомобили российских автозаводов также во многом используют технически сложные агрегаты зарубежного происхождения. Но при таком подходе плохо развивается отечественная конструкторская мысль со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями.

3. В последнее десятилетие в двигателестроении широко применяются турбокомпрессоры как для бензиновых, так и для дизельных двигателей. В связи с этой тенденцией на специализированных выставках присутствует много компаний, предлагающих разнообразные продукты и услуги в области производства и ремонта нагнетателей для автомобильных и тракторных двигателей.

4. Жесткие экологические требования Евро 5 и Евро 6, предъявляемые к автомобильным двигателям, вынуждают автопроизводителей оснащать свою продукцию нейтрализаторами выхлопных газов и соответствующей диагностической аппаратурой. С другой стороны, ведущие автопроизводители расширяют свои модельные ряды электромобилей. Так, компания Volvo представляла на выставке 2019 г. в Москве беспилотный седельный тягач на электрической тяге.

Отечественные автозаводы также представляют свои электромобили и электробусы, но запас хода электробусов между подзарядками все еще невелик – порядка 60–80 км. Поэтому электробусы КамАЗ и НефАЗ оснащаются зарядными устройствами, размещенными на крыше и предназначенными для быстрой зарядки аккумуляторов на маршруте движения. На московских выставках Электротранс-2018 и Busworld-2018 российская компания «Транспортные системы» экспонировала электробус «Пионер» с 4-колесным прицепом, на котором размещаются аккумуляторы емкостью 150 кВт/ч. Необходимая продолжительность пробега такого электробуса обеспечивается периодической заменой прицепа с аккумулятором. Прицепы-аккумуляторы можно заряжать отдельно от электробуса и доставлять на маршруты эксплуатации электробуса по мере необходимости. Однако сама

идея электробуса с прицепными аккумуляторами далеко не новая: еще в 1970-х гг. экспериментальные 100-местные электробусы с прицепом, созданные совместно с компаниями MAN, Bosh и Varta, эксплуатировались в некоторых городах ФРГ [9]. Существенным недостатком такого технического решения является ухудшение маневренности электробуса.

5. Активно развиваются средства автоматического вождения автотранспортных средств. Автомобили, оснащенные автопилотами, являются, пожалуй, главным научно-техническим трендом современной автомобильной промышленности. Этому способствуют высокая производительность современных микропроцессоров и достижения в области программного обеспечения в области искусственного интеллекта.

6. Ряд крупных зарубежных автопроизводителей активно рекламируют седельные тягачи и автобусы с двигателями, работающими на сжиженном природном газе. Данная технология по сравнению с автомобилями, оснащенными двигателями, работающими на сжатом газе, позволяет существенно увеличить пробег автомобиля на одной заправке. Такой автомобиль содержит один или два изотермических резервуара типа «сосуд Дьюара», поскольку температура жидкого метана составляет примерно $-165\text{ }^{\circ}\text{C}$. Однако автомобили, работающие на сжиженном газе, требуют специальных заправочных пунктов.

7. Достаточно широко на международных выставках представляются седельные тягачи с колесными формулами 4×2 , 6×2 , 6×4 и 6×6 , поскольку автопоезда являются основным средством перевозки грузов. Седельные тягачи с колесной формулой 6×2 оснащены поднимающейся поддерживающей осью с пневматическим приводом подъема – опускания. При этом дополнительная поддерживающая ось может устанавливаться как позади ведущей, так и перед ней. Управление дополнительной осью может осуществляться вручную либо автоматически в зависимости от величины нагрузки на тягач. Подвеска и ведущих, и поддерживающих мостов седельных тягачей выполнена, как правило, на основе пневматических элементов.

8. Отметим некоторые особенности построения трансмиссий грузовых автомобилей. Ведущие производители магистральных грузовиков и седельных тягачей применяют в ведущих мостах гипоидные главные передачи с относительно низким передаточным отношением. Так, например, передаточное отношение главной передачи седельного тягача КамАЗ-6569 составляет 2,278, а планетарные редукторы в ступицах ведущих колес отсутствуют. В то же время грузовые автомобили все чаще оснащаются 12-, 16- и 18-ступенчатыми механическими роботизированными коробками передач. В некоторых междугородных автобусах (например, в автобусах MAN) устанавливаются 12-ступенчатые коробки передач.

Такие многоступенчатые коробки передач содержат основную коробку, передний и задний делители передач. Они имеют 2–4 повышающие передачи и 2–4 передачи заднего хода. Такими свойствами обладают, например, коробки передач ZF TraXon, имеющие

диапазон регулирования 16,78. Низшая «ползучая» передача в коробке позволяет плавно стронуть с места тяжело нагруженный автопоезд и обеспечивает длительное движение тягача с постоянной скоростью порядка 0,5 км/ч. Однако низкое передаточное отношение главной передачи приводит к увеличению нагрузки на карданный вал по сравнению с двухступенчатой главной передачей (коническая и цилиндрическая передачи или коническая передача и колесные редукторы).

В кабине водителя грузовика традиционный напольный рычаг переключения передач может отсутствовать, небольшой рычаг управления коробкой передач при этом размещается под рулевым колесом. Управление такими коробками передач и сцеплением осуществляется с помощью сервоприводов и программируемых контроллеров, позволяющих гибко менять и настраивать алгоритмы переключения передач. Большое количество передач в коробке позволяет производить последовательные переключения «перескакивая» через 1–2 смежные ступени. В YouTube можно найти ряд видеоматериалов, авторы которых из кабины грузовика объясняют правила управления многоступенчатыми коробками передач, в частности 18-ступенчатыми коробками Eaton.

Современные концепции конструирования трансмиссий автомобилей изложены, в частности, в монографиях [10–12].

9. В гидромеханических передачах (ГМП) автомобилей, тракторов и специальных самоходных машин исключительное применение нашли простые трехколесные комплексные блокируемые гидротрансформаторы. Причем, блокировка гидротрансформатора применяется и для тех тяжелых машин (карьерные самосвалы, автогрейдеры, бульдозеры и другие), для которых блокировка гидротрансформатора ранее не применялась. На это обстоятельство повлияла борьба конструкторов за топливную экономичность и всеобщую унификацию конструкций автотранспортных средств. С другой стороны, патентные исследования показывают, что в последние 15–20 лет резко увеличился поток заявок на изобретения и полезные модели, связанные с совершенствованием конструкций демпфирующих устройств для блокируемых гидротрансформаторов, так как заблокированный гидротрансформатор теряет свойства гашения динамических колебаний. Некоторые образцы блокируемых гидротрансформаторов содержат по два механических пружинных демпфера, одновременно осложняющих конструкцию гидротрансформаторов.

Белорусские автопроизводители используют в своих ГМП 4-колесные комплексные гидротрансформаторы отечественной разработки с литыми или штампованными рабочими колесами.

Развитие автоматических ГМП для городских автобусов с 5- и 6-ступенчатыми коробками передач позволили иметь в кабине водителя селектор управления всего на три положения: N, D, R. Интеллектуальное управление ГМП осуществляется при этом процессором ГМП с системой многочисленных датчиков, контролирующими различные параметры авто-

мобиля. Такие автоматические системы управления ГМП активно патентуются зарубежными производителями, о чем свидетельствуют результаты патентных исследований.

Согласно коммерческому отчету «Global Torque Converter Market Insights and Forecast to 2026», опубликованному 10 июня 2020 г. международной компанией Precision Report, в котором представлены результаты исследований, выполненных 2015–2020 гг., ведущими производителями гидротрансформаторов являются Schaeffler, ZF, Aisin, Valeo, Каpec, Transtar, Exedy, Yutaka, Giken, Borgwarner, Sonnax Industries, Hitachi Nico Transmission (<https://www.precisionreports.com/global-torque-converter-market-15780667>). В отчете говорится, что по прогнозам объем мирового рынка гидротрансформаторов достигнет 5949,3 млн долларов США к 2026 году с 5745,7 млн долларов США в 2020 году. Таким образом, мировой рынок гидротрансформаторов в среднем будет возрастать на 3,3 % в течение 2021–2026 гг. Главными мировыми производителями гидротрансформаторов в указанном отчете называются компании Schaeffler, ZF, Aisin, Valeo, Каpec, Transtar, Exedy, Yutaka Giken, Borgwarner, Sonnax Industries, Hitachi Nico Transmission Co. Анализ рынка гидротрансформаторов в России можно найти в коммерческом отчете российского аналитического агентства DISCOVERY Research Group (<https://drgroup.ru/Analiz-rynka-gidrottransformatorov-v-Rossii.html>).

Более сложные двухтурбинные гидротрансформаторы, аналогичные двухтурбинным гидротрансформаторам General Motors и Allison, разработанные в 1950–1960 гг., в настоящее время тоже применяются, в частности в трансмиссиях фронтальных погрузчиков LW420F, ZL50 и ZL60 грузоподъемностью 4000, 5000 и 6000 кг соответственно от китайской компании XCMG (<https://www.xcmg.com/>). Отметим также, что согласно патентным исследованиям компании из КНР в течении последних 10 лет активно патентуют свои разработки в области двухтурбинных гидротрансформаторов и гидромеханических передач на их основе.

10. Ряд зарубежных компаний (Voith Turbo, ZF и др.) предлагает гидродинамические ретардеры как автономные агрегаты для дополнительного оснащения грузовых автомобилей и автобусов. Ретардер позволяет получать постоянный тормозной момент в пределах широкого диапазона частот вращения карданного вала, за исключением самых низких оборотов, на которых эффективность торможения резко уменьшается. Это свойство и обусловило использование гидравлических ретардеров на скоростных транспортных средствах – грузовиках и автобусах.

Во многих случаях ретардеры интегрируются в коробку передач. Это достаточно традиционное решение. В советском автомобилестроении интегрированные тормозы-замедлители применялись в гидромеханических передачах карьерных самосвалов БелАЗ и трехступенчатой гидромеханической коробке передач ГМ-3-80 для городских автобусов ЛАЗ и ЛиАЗ.

Автономный ретардер представляет собой устройство, которое устанавливается между штатной коробкой передач и карданной передачей либо ретардер «врезается» в разрыв между двумя половинами карданного вала. Система автоматического управления ретардером интегрируется с основной тормозной системой автомобиля, в результате чего обеспечивается плавное торможение автомобиля, поддерживается постоянная скорость при движении под уклон, снижается скорость износа тормозных накладок. В качестве рабочей жидкости в ретардере может использоваться масло, вода или антифриз.

11. Современный автотранспорт интенсивно насыщается все более разнообразными функциями технической диагностики. Количество оперативно контролируемых параметров непрерывно увеличивается: это, например, контроль износа тормозных накладок, контроль давления в каждой шине, величина нагрузок на оси, контроль положения автомобиля в пространстве и другие. Многие зарубежные и отечественные компании специализируются на разработке и внедрении микрокомпьютерных систем управления и бортовой диагностики автомобилей и прицепов.

12. Большое внимание уделяется эргономике автотранспортных средств. Конструкторские решения традиционно направлены на всестороннее облегчение управления автомобилями. Так, особое внимание проектировщики уделяют рулевому колесу. На рулевом колесе и в подрулевом пространстве может устанавливаться порядка 10–20 дополнительных элементов (переключателей) для управления автомобилем.

13. Глубокая автоматизация функций управления автотранспортными средствами и насыщения их средствами оперативной диагностики обусловили высокое потребление электрической энергии. В связи с этим многие грузовые автомобили и автобусы оснащаются двумя – тремя генераторами. Три генератора характерны для больших городских и междугородных автобусов. Увеличивается при этом и единичная мощность автомобильных аккумуляторов и генераторов.

14. Изготовили прицепов и полуприцепов наряду с производителями автомобилей также демонстрируют высокий технический уровень своей вроде бы «пассивной» продукции. Так, полуприцепы-контейнеровозы и полуприцепы-тяжеловозы имеют механизированные раздвижные и расширяемые рамы, а полуприцепы-фургоны могут изменять форму своей крыши с плоской на шатровую. Самосвальные полуприцепы могут оснащаться многопозиционным гидравлическим приводом управления положением заднего борта кузова. Прицепной состав наряду с автомобилями активно оснащается многочисленными функциями управления и средствами диагностики. В прицепах и полуприцепах также активно внедряются средства телематики, позволяющие дистанционно управлять ими с помощью смартфона [13, 14].

15. Обратная сторона технического прогресса в автомобильной промышленности – высокая стоимость новых автотранспортных средств. Поэтому в сфере коммерческого автотранспорта активно рекла-

мируется услуга по приобретению небогатыми автотранспортными предприятиями грузовиков, автобусов и иной новой техники в лизинг. Очевидно также, что прогрессивные конструкторские решения требуют высокой культуры технического обслуживания и приводят к удорожанию эксплуатации столь сложных автотранспортных средств.

Данный материал отражает только собственные наблюдения автора и не претендует на глубину анализа всех тенденций развития и совершенствования автомобильного транспорта. Вне рассмотрения остались, например, вопросы двигателестроения, в сфере которого за последние 15–20 лет также наблюдаются громадные достижения. Основные тенденции развития автотранспорта, как и всей техники в целом, показывают, что инновационные решения возникают на совместном творческом сочетании различных традиционных технологий из областей механики, электротехники, электроники, гидравлики, эргономики и других отраслей науки и техники.

Литература

1. Даниэлс, Дж. Современные автомобильные технологии / Даниэлс Дж. – Москва : АСТ : Астрель, 2003. – 223 с.
2. Основы конструкции современного автомобиля : учебник для вузов / Иванов А. М. [и др.] – Москва : За рулем, 2012. – 336 с.
3. Heisler, H. Advanced Vehicle Technology / Heisler, H. – 2nd Edition. – Butterworth-Heinemann, 2002. – 654 p.
4. Nanney, M. J. Light and Heavy Vehicle Technology / Nanney M. J. – 4th Edition. – Butterworth-Heinemann, 2007. – 671 p.
5. Erjavec, J. Automotive Technology: A System Approach / Erjavec J. – 5th Edition. – Delmar, Cengage Learning, 2010. – 1648 p.
6. Huzij, R. Modern Diesel Technology: Heavy Equipment Systems / Huzij R., Spano A., Bennet S. – 2nd Edition. – Delmar, Cengage Learning, 2014. – 583 p.
7. Encyclopedia of Automotive Engineering. – John Wiley & Sons, Ltd. 2014. – 2697 p.
8. Duffy, O. C. Fundamentals of Mobile Heavy Equipment / O. C. Duffy, A. H. Scott, G. Wright. – Jones & Bartlett Learning, 2019. – 1406 p.
9. Электромобиль на смену автобусу // Наука и жизнь. – 1971. – № 12. – С. 48.
10. Микнас, В. Автомобильные сцепления, трансмиссии, приводы / В. Микнас, Р. Попиоль, А. Шпренгер. – Москва : За рулем, 2012. – 356 с.
11. Automotive Transmissions. Second Edition. / H. Naunheimer, V. Bertsche, J. Ryborz, W. Novak. – Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, 2011. – 740 p.
12. The Automotive Transmission Book / R. Fischer, F. Kūçūkay, G. Jürgens [et al.]. – Springer International Publishing Switzerland, 2015. – 355 p.
13. Власов, В. М. Транспортная телематика в дорожной отрасли : учебное пособие / В. М. Власов, Д. Б. Ефименко, В. Н. Богумил. – Москва : МАДИ, 2013. – 80 с.
14. Беспроводные технологии на автомобильном транспорте. Глобальная навигация и определение местоположения транспортных средств : учебное пособие / В. М. Власов, Б. Я. Мактас, В. Н. Богумил, И. В. Конин. – Москва : Инфра-М, 2020. – 184 с.

N.N. Trishin
Tula State University

COMMON TRENDS IN CHANGES OF MODERN MOTOR TRANSPORT TRANSMISSIONS

The article discusses some characteristic features of the designs of trucks, buses and other vehicles, which were presented at the Moscow international exhibitions of commercial vehicles.

Trucks, buses, constructions.