«ОСНОВНЫЕ СРЕДСТВА» – журнал об автотранспорте и спецтехнике

В. Чехута

Коммерческий транспорт гибридного типа (часть 1)



Volvo Hybrid-bus

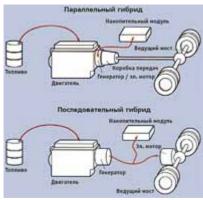
Мировая автомобильная промышленность остро ощущает давление двух современных тенденций – постоянно растет стоимость топлива и ужесточаются экологические требования к отработавшим газам (ОГ) двигателей. Эти мощные тренды породили безостановочный рост цен на нефть и надвигающаяся угроза изменения климата планеты, то есть глобального потепления. В этой связи все автопроизводители, за исключением разве что российских, начали активно искать решение экологических и экономических проблем – как сделать эффективное транспортное средство, которое в идеале не сжигало бы дорогое ископаемое топливо и, следовательно, не загрязняло окружающую среду.



Mitsubishi Fuso Concept Hybrid



Гибридный автобус Optare



Схема

Двигатели, работающие на альтернативных видах топлива

За последние несколько лет возникли такие направления этих поисков, как ДВС, работающие на альтернативных видах топлива, различные гибридные системы, водородные двигатели и электроприводы. Двигатели, работающие на разных видах биотоплива, это тот же доведенный до совершенства ДВС, только предназначенный для работы на сжиженном натуральном газе или этаноле (транспортный спирт), или биодизель. Да, казалось бы, этот путь альтернатива ископаемому топливу, но по сути проблема этим не решается, так как дополнительно к биотопливу нужно использовать ископаемые нефтепродукты. Токсичные составляющие в ОГ также остаются, а вопрос глобального дефицита продовольствия изза «утекания» пищевых продуктов в баки транспортников может поставить крест на массовом распространении этанола и биодизеля. Без сомнений, водородные топливные элементы и электрические аккумуляторные батареи большой емкости станут основными источниками энергии для дорожного транспорта XXI века, поскольку и водород, и электроэнергия как вид автомобильного топлива абсолютно не загрязняют окружающую среду и в то же время относятся к возобновляемым источникам энергии. Но проблемы экономически эффективного производства и трудности хранения в настоящее время затормозили «водородную» технологию на стадии нескольких опытных образцов и стендов, демонстрирующих суть технологии. Скорее всего, развитие этого «правильного» автомобильного направления можно прогнозировать лишь на долгосрочную перспективу, не раньше 2025 года.

Отмечая неоспоримые преимущества электромобилей и даже их нарастающий сегодня выпуск, надо сказать о ряде присущих им недостатков: это высокая цена — примерно вдвое выше, чем дизельного аналога, необходимость длительного заряда аккумуляторов — более 8 часов, это и большая масса блока АКБ — около 500 кг, уменьшающая полезную нагрузку машины, а также недостаточная дальность пробега — до 200 км, недоступность использования существующей сети заправочных станций и сравнительно небольшое число циклов перезарядки аккумулятора — около тысячи.

Поэтому в ближайшей перспективе дорожный транспорт в ожидании «водорода» или «суперэлектронакопителя», скорее всего, переживет «автогибридную» революцию. Именно о гибридных транспортных средствах я постараюсь рассказать поподробнее.

Что же это такое – гибридный автомобиль?

Гибридный автомобиль — это транспортное средство, оснащенное современным экологически чистым дизельным или бензиновым двигателем, электродвигателем-генератором небольшой мощности, автоматизированной коробкой передач и достаточно большим блоком аккумуляторных батарей. Такой набор узлов присущ только автомобилю с параллельной электрогибридной силовой установкой. Это означает, что транспортное средство может приводиться в действие отдельно от автомобильного ДВС или от одного электродвигателя, или от обеих сило-



Автоматизированная трансмиссия Mitsubishi Fuso Inomat II



Гибридный автобус Phileas



Грузовик Hino Dutro Hybrid 125



Гибридный грузовик Kenworth для Coca-Cola

вых установок одновременно .

Уже давно разработан и производится последовательный электрогибридный привод, то есть когда двигатель соединяется с электрогенератором, а вместо механической коробки передач и системы карданных валов используются электрические провода и мотор-колеса. Эта идея реализована в конструкциях железнодорожных локомотивов и большегрузных карьерных самосвалов. Применение последовательной гибридной схемы обусловлено огромными сложностями при передаче механическим путем очень большого крутящего момента на приводные колеса мощного транспортного средства.

Схема работы автомобиля с параллельным гибридным приводом аналогична, но значительно модифицирована, в первую очередь из-за включения в нее очень высокотехнологичного узла — электродвигателя с функцией генератора, который монтируют между сцеплением и автоматизированной коробкой передач, а также наличия блока аккумуляторных батарей, но в отличие от электромобиля меньшей емкости и, следовательно, более легких.

Как он работает

Электроника без участия водителя включает электродвигатель либо ДВС, либо обе установки в зависимости от вида движения. В момент начала движения и ускорения дизель и электродвигатель одновременно разгоняют транспортное средство. Во время хода автомобиля с эксплуатационной скоростью его приводит в движение только дизельный или электродвигатель. Благодаря использованию автоматической коробки передач в автомобиле отсутствует педаль сцепления. Трансмиссия плавно переключает передачи, а значит водитель меньше устает и повышается безопасность движения. При торможении электродвигатель переключается в режим генератора и преобразует в электричество энергию вращения ведущих колес. Во время остановки в транспортном потоке бортовой компьютер гибридомобиля своевременно отключит ДВС, а после начала движения не станет его запускать, если не потребуется полная мощность, то есть поездка продолжится на одном электродвигателе, который начнет потреблять энергию из аккумуляторных батарей. Важно отметить, что у «параллельных» по сравнению с последовательными гибридами двигатель внутреннего сгорания работает в самом экономичном режиме и не так часто на пиковой мощности, особенно при движении по городу, тогда как в последовательных гибридах транспортное средство всегда приводится в действие с помощью электротрансмиссии. То есть ДВС постоянно работает на максимальной мощности для преобразования кинетической энергии вращения двигателя в электрическую.

Зачем создали гибридомобиль?

Главной причиной начала производства гибридных автомобилей стал спрос потребителей на подобные автотранспортные средства, вызванный высокими ценами на топливо и постоянным повышением требований к экологичности машин. Первым автопроизводителем легкового гибридомобиля стала японская корпорация Toyota – она начала это направление с 1997 года.

Сейчас в США спрос на комбинированные машины так велик, что покупатели должны несколько месяцев ожидать свой заказ из Японии. Массовое производство гибридных легковых автомобилей пока сдерживается дефицитом никель-металлгидридных аккумуляторов. Возможно, что вскоре эта проблема будет решена, так как корпорация Тоуоtа уже объявила о намерении к 2009 г. увеличить объемы выпуска гибридных легковых автомобилей до 300 тысяч в год, а к 2012 году вообще перейти исключительно на выпуск легковых гибридомобилей.

При создании гибридного коммерческого автомобиля конструкторам пришлось искать непростые решения, чтобы сохранить параметры обычного грузовика: мощность, скорость, приемистость, грузоподъемность и полезный объем. Их реализация стала возможна только в современных условиях высокотехнологичного производства с применением мощных бортовых компьютеров. Первый гибридный дизельэлектрический легкий армейский грузовик выпустила корпорация GM в 2003 году. Годом позже в Европе появился гибридный Mercedes-Benz (Sprinter). В том же в 2004-м американские корпорации International Truck and Engine Corp. и Eaton Corp. выпустили совместно коммунальный гру-

зовик с гибридным приводом. Первым японским коммерческим гибридом в середине 2005 года стал Isuzu Elf Diesel Hybrid Truck.

Преимущества

Главным преимуществом гибридомобиля является сравнительно низкий расход топлива. Вот несколько примеров. Когда компания Coca-Cola приобретала в 2007 г. 120 грузовых автомобилей Kenworth, оснащенных гибридными приводами Eaton, автотранспортники провели предварительные испытания нескольких машин. В итоге они получили 37% экономию топлива и 32%-ное сокращение эмиссии ОГ по сравнению с дизельными грузовиками аналогичной грузоподъемности. Гибридная установка грузовика Kenworth состояла из 4,5-литрового дизеля PACCAR FR (Euro 5) мощностью 136 кВт и 6-ступенчатой компьютеризированной трансмиссии Eaton Fuller UltraShift.

Японский грузовик Hino Dutro Hybrid 125 полной разрешенной массой 6500 кг оснащается 4-литровым турбодизельным двигателем мощностью 110 кВт, электродвигателем-генератором переменного тока мощностью 23 кВт, автоматизированной 6-ступенчатой трансмиссией Eaton и блоком никель-металлгидридных АКБ. Для демонстрации технических возможностей Hino 125 был организован 24-часовой марафон. В ходе испытательного пробега машина с 500-килограммовым грузом проехала расстояние 512 км по улицам старой части города, сделав 2349 остановок на светофорах. Средний расход топлива составил 10,9 л/ 100 км. Развозной автомобиль Mitsubishi Canter Eco Hybrid достиг 30%-ной экономии топлива при эксплуатации по сравнению с аналогичным дизельным конкурентом. А уровни содержания сажи и NOx в ОГ снизились на 46% и 41% соответственно. Этот 3-тонный «японец» оснащается 3литровым турбодизелем мощностью 92 кВт. Дизель соединен с электродвигателем мощностью 35 кВт и автоматизированной трансмиссией Mitsubishi Fuso Inomat II.

По опыту других компаний у гибридного среднетоннажного автомобиля экономия топлива может достигать 30% при движении на пригородных маршрутах и до 50% на развозной работе по городу.

Надо отметить уникальную способность гибридного автомобиля не терять понапрасну энергию торможения, а рекуперировать ее. То есть в гибридомобиле устранен существенный недостаток транспортного средства с ДВС – невозможность трансформации энергии торможения в энергию движения. В качестве накопителя применяются литиево-ионные аккумуляторы достаточной емкости или специальные конденсаторы. Помимо явных экономичных достоинств эта «гибридная» способность дает автовладельцам дополнительные «мелкие радости» в виде уменьшенного износа тормозных колодок.

Очень актуально сегодня уменьшение вредных выбросов с отработавшими газами, что стало прямым следствием снижения расхода топлива у гибридомобилей. А при работе на электроприводе эмиссия вообще нулевая, это имеет неоценимое значение для больших городов, в том числе в России. Как показывает опыт эксплуатации, в городе гибридный автомобиль 80% времени работает в режиме электромобиля.

Наличие двигателей двух типов позволяет отказаться от установки одного мощного двигателя, рассчитанного исходя из пиковых нагрузок эксплуатации транспортного средства. Когда гибридомобилю потребуется максимальная мощность, в работу одновременно включаются ДВС и электромотор. Это позволяет установить менее мощный ДВС, работающий большую часть времени в экономичном режиме.

Сокращение числа заездов на АЗС благодаря меньшему расходу топлива позволяет сэкономить около трети рабочего времени.

И последнее, пусть и небольшое преимущество гибридомобиля — это заправка углеводородным топливом. У электротранспортных средств остается один существенный недостаток — необходимость длительного заряда аккумуляторов. Процесс этот долгий, и к тому же требует специально подготовленного пункта зарядки. Электромобиль пока непригоден для длительных междугородных поездок. У гибридного автомобиля этого недостатка нет.

Коммерческий транспорт «гибридного» типа (часть 2)

ET LEVEL SECTION SECTI

Фургон Freightliner Hybrid



Гибридомобиль International DuraStar



Среднетоннажный Peterbilt Hybrid Model 330



Среднетоннажный Peterbilt Hybrid Model 330

Недостатки

Гибридные грузовики являются высокотехнологичными изделиями и стоят дороже традиционных автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Так, Hino Dutro Hybrid 125 на внутреннем японском рынке стоит приблизительно на 13 тыс. USD больше, чем простой дизельный грузовик с аналогичными характеристиками, а развозной автомобиль 6-го класса грузоподъемности Freightliner с дизельэлектрическим гибридным приводом (Cummins ISB/Eaton) стоит в пределах 40...45 тыс. USD. К тому же грузовые гибридомобили еще не стали массово тиражируемыми изделиями, их пока собирают малыми сериями. Из-за этого себестоимость автомобиля повышается. «Чемпионского» сборочного темпа по 50 ед. в месяц достигла к середине 2008 г. только компания International Truck and Engine Corp. со своим среднетоннажным гибридомобилем International DuraStar, мечтая произвести и продать 1000 таких автомобилей уже в этом году.

Следующим серьезным изъяном является повышенная масса гибридного грузовика. Например, в 6,5-тонном Hino 125 масса гибридной установки 400 кг, т. е. налицо заметный проигрыш в грузоподъемности и, естественно, в доходах от перевозок. Кроме того, «гибриды» дороже в ремонте. Опыт США показывает, что механики обычных автомастерских с неохотой берутся за ремонт гибридных автомобилей, а если и делают это, то по повышенному тарифу. Стоит добавить, что аккумуляторные батареи имеют небольшой диапазон рабочих температур и подвержены саморазряду. Конечно, каждый потребитель хочет иметь более «долго-играющие» аккумуляторы, но увеличение их емкости на 16 км пути приведет к росту стоимости транспортного средства примерно на 1000 USD.

Также существуют опасения, что в будущем нас ожидает дефицит редких материалов, используемых при производстве гибридомобилей. Например, редкоземельный элемент диспрозий, который применяют при производстве высокотехнологичных электрогенераторных узлов. Надо сказать, что 95% мировых запасов редкоземельных материалов добывают сегодня в Китае, и у аналитиков возникают опасения, что внутрикитайское потребление этих элементов к 2012 г. сравняется с существующим объемом добычи.

Проблемы роста

Конечно, сейчас самая большая проблема гибридомобилей — это срок окупаемости. Правительство Соединенных Штатов пытается стимулировать использование гибридов налоговыми льготами. Покупатели комбинированных грузовиков в США получают федеральную налоговую скидку в размере 6 тыс. USD на машину 6-го класса грузоподъемности и 12 тыс. USD на автомобиль 7-го класса соответственно. В некоторых странах владельцы автогибридов освобождаются от уплаты дорожного налога и не платят за муниципальные парковки.

Проблемы, пожалуй, остаются только с тяжелыми магистральными грузовиками (8-й класс). Достичь экономии, сопоставимой со среднетоннажными автомобилями, пока не удалось. Дело в том, что автопоезда большую часть времени работают на междугородных маршрутах, где им постоянно необходима мощность основного двигателя. Американская фирма Peterbilt создала гибридный седельный тягач, и он сейчас проходит испытания. Грузовик Peterbilt Hybrid Model 386 оснащают дизелем Cummins ISX мощностью 400 л.с., тяговым электродвигателем Eaton, 10-ступенчатой автоматизированной коробкой передач Fuller UltraShift и четырьмя литий-ионными аккумуляторами, размещенными позади кабины. Пока достигнута экономия топлива 8,5%, и то благодаря движению по холмистой местности, когда гибридная трансмиссия на спусках смогла «пополнить запасы» энергии.

Единственным успешным представителем гибридомобилей в тяжелом классе можно назвать коммунальные грузовики — мусоровозы. Специфика их работы позволяет достигать заметной экономии топлива благодаря комбинированному приводу. Здесь уместно вспомнить широко разрекламированные автомобили Peterbilt Model 320 Hydraulic, Volvo FE Hybrid и Renault Hybris.

Практически все крупные автопроизводители за последние годы смогли



Тяжелый грузовик Volvo FE Hybrid



Концептуальный мусоровоз Renault Hybrys



Городской автобус Scania Hybrid Concept



Колесный погрузчик Volvo L220F Hybrid

создать собственные конструкции гибридных автомобилей. Многие используют одинаковые агрегаты. Так американские компании Peterbilt, Kenworth, Oshkosh Truck Corp., International и Freightliner, европейские DAF, IVECO, Mercedes-Benz, японская Hino, а также китайская Beiqi Foton Bus (30 автобусов в 2006 г.) выпустили среднетоннажные гибридомобили, оснащенные шестиступенчатой трансмиссией Eaton Autoshift

Американская фирма Azure Dynamics Corporation производит гибридную дизель-электрическую силовую установку Utilimaster для среднетоннажного шасси E-Series корпорации Ford. Гибридные приводы для грузовиков разрабатывают компании Nissan Motors, MAN AG и Renault Trucks совместно с ZF Friedrichshafen AG, a Mitsubishi Fuso и Volvo Trucks самостоятельно.

Довольно популярна гибридная схема, созданная тандемом General Motors/ Allison. Ее используют при производстве автобусов с гибридными дизель-электрическими трансмиссиями такие изготовители, как Solaris Bus & Coach Company (Польша), Phileas-APTS (Нидерланды/Бельгия), Optare Group (Великобритания) и Nova Bus (Канада). В США концерн Daimler строит автобусы Hybrid Orion VI Metrobus с применением гибридной технологии, разработанной компанией ВАЕ Systems, а Optima Bus Corporation производит пассажирские машины с гибридной силовой установкой ISE-Siemens.

В последние годы гибридные городские автобусы в Северной Америке развивались довольно интенсивно. Haпример, General Motors в 2004 г. поставила в 30 городов США и Канады более 400 гибридных автобусов. С 2006 г. GM ежегодно продает по 700 гибридных автобусов. Первые шесть гибридных автобусов в Лондоне поступили в эксплуатацию в начале 2006 г. Теперь британская столица приобретает по пятьсот таких машин ежегодно, а после 2012 г. планирует закупать только гибридные автобусы. Китайская корпорация First Automotive Works начала производство гибридных автобусов (американская гибридная технология Enova) осенью 2005 г. FAW планирует произвести тысячу гибридных автобусов к концу 2010 г. Шведская фирма Scania также сосредоточилась исключительно на разработке городского гибридного автобуса, потому, по-видимому, что в ее грузовом диапазоне нет среднетоннажных моделей. Скандинавский концепт построен с использованием немецкой электротрансмиссии Voith ELVO Driver и блоком долговечных суперконденсаторов Maxwell BOOSTCAP®. Перспективы

Перспективы

Да, существенная экономия топлива может служить оправданием увеличенной стоимости «гибрида», особенно при постоянном росте цен на топливо, но и производители гибридных трансмиссий тоже не стоят на месте. Так, инженеры японской компании Hino обещают снизить массу «параллельной» системы с 400 до 250 кг уже в 2009 г. Eaton Corp. уже разрабатывает второе поколение параллельной гибридной системы для среднетоннажных грузовиков. Новая трансмиссия будет дешевле, еще более экономичной, а также многоцелевой системой. То есть АКБ гибридомобиля позволит решать другие задачи, кроме основной – быть источником энергии движения. Будущая гибридная система сможет обеспечить движение в режиме электромобиля в течение 2 часов, а затем запустить дизель и в течение 10 минут полностью зарядить АКБ. Также в нее будет встроен 110-вольтовый электромотор (американский стандарт), который, питаясь от АКБ, обеспечит током различный электроинструмент. В перспективе – привод малогабаритного авторефрижератора от гибридной трансмиссии.

Другие «гибридные» проекты

«Комбинированная» технология уже проникла в конструкции спецтранспорта. Примером является терминальный тягач Kalmar и колесный погрузчик Volvo L220F Hybrid. Можно сказать, что корпорация Volvo Construction Equipment стала первым в мире производителем гибридной строительной машины. Обычный погрузчик Volvo L220F оснащен дизель-электрической установкой HybriPower, т. е. дизельным двигателем Volvo D12 и системой ISG (Integrated Starter Generator – гидростатическая трансмиссия с электромотором/генератором). Поскольку 40% рабочего времени двигатель обычного погрузчика работает на холостом



Колесный погрузчик Volvo L220F Hvbrid



Фургон Ford Transit с гибридной установкой Connaught HYBRID+



Грузовик-мусоровоз Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid

ходу, суть гибридной технологии Volvo сводится к его отключению и переходу на электропривод. Система ISG при падении нагрузки автоматически отключает двигатель и мгновенно активизирует электромотор мощностью 50 кВт, который питается от бортового блока АКБ. Когда нагрузка на строительную машину начинает возрастать, электроника запускает дизель. Гибридный колесный погрузчик Volvo L220F Hybrid будет потреблять на 15% меньше топлива, чем дизельный аналог. Кроме того, фирмы, специализирующиеся на производстве гидросистем, уже создали опытные образцы дизель-гидравлических гибридных транспортных средств. Так, партнерство компаний Bosch Rexroth Corp. и American LaFrance LLC привело к созданию мусоровоза на шасси American LaFrance Condor, оборудованного гидростатической рекуперативной системой Bosch Rexroth Hydrostatic Regenerative Brake (HRB), анонсированной как параллельная гидравлическая гибридная система. Компания Peterbilt Motors Co. на выставке коммунального оборудования Waste Expo 2008 в Чикаго продемонстрировала грузовик-мусоровоз Peterbilt Model 320 Hydraulic Hybrid, оснащенный гидрогибридной установкой HLA, созданной Eaton Corp. Новинка оборудована дизелем, объединенным с уникальной гидравлической моторной системой. Это новейший узел фактически заменяет дизель-электрическую трансмиссию. При движении это транспортное средство использует гидравлические мотор-насосы и гидравлические накопители энергии аналогично тому, как это происходит в ДВС/электрических гибридомобилях. Испытания показали, что гибридная дизель-гидравлическая технология позволяет достичь 60%-ной экономии топлива. Иными словами, гидравлический сумматор справляется лучше с циклом аккумулирования энергии, чем АКБ, а также более рентабелен, чем ультраконденсаторная система.

Кстати, британская компания Connaught Engineering разработала технологию модернизации обычных, развозных фургонов с ДВС в гибридные транспортные средства. В основе концепции Connaught HYBRID+ применение уникальных компактных суперконденсаторов, работающих на безопасном напряжении и заряжающихся рекуперативно в процессе торможения.

К основным преимуществам этой патентованной технологии относятся более низкая цена (не нужно создавать специальное транспортное средство, все дополнительное гибридное оборудование – генератор с конденсаторами, имеющими, кстати, небольшую массу и размеры, можно без особых затрат вмонтировать в серийный автомобиль). Но главное, технология Connaught HYBRID+, как и ее аналоги, позволяет существенно экономить топливо (приблизительно 25%), и уменьшить эмиссию СО2 на четверть по сравнению с дизельными фургонами. Connaught Engineering утверждает, что создана единственная в мире надежная и экономически эффективная дизель-электрическая гибридная технология. Она в отличие от известных сегодня автогибридных систем не строится на дорогих узлах, работающих на небезопасном высоком напряжении и тяжелых блоках дополнительных аккумуляторных батарей. Использование гибридной установки Connaught HYBRID+ позволит транспортной фирме, не дожидаясь субсидий от правительства, получить прибыль уже после 120 тыс. км эксплуатации. Сегодняшние высокие цены на топливо быстро сделают модернизированный автомобиль рентабельным.

Развитие коммерческих гибридомобилей сегодня дошло до такого уровня, что уже завтра, я думаю, никого не удивит начало их полномасштабного производства и продаж по всему миру. Один из руководителей концерна Daimler считает, что глобальный рынок грузовиков вырастет наполовину в следующие 10 лет, требуя все больше топлива и обостряя экологическую проблему планеты. Поэтому спрос на альтернативу растет и будет расти очень сильно. Можно сказать, что все ведущие автоконцерны, на чем бы они не специализировались — на этанольных двигателях, гибридомобилях, электромобилях, водородных или иных моторах, продолжают вкладывать большие средства в исследования и пребывают в полной уверенности в том, что в скором времени традиционным ДВС придется уступить дорогу более эффективным и экологически чистым силовым агрегатам.