

Продолжение. Начало в № 6 ` 2009

## Топливная экономия, эффективность, экологичность — атрибуты новых автомобилей, двигателей и систем

Светлана СыСОЕВА  
S.Sysoeva@mail.ru

**Компания Mercedes-Benz уже сегодня обладает всеми ключевыми технологиями автомобилей будущего, включая гибриды, электромобили и автомобили на топливных элементах. Переход к электрическим и водородным автомобилям многие производители связывают именно с разнообразными гибридными решениями.**

Как уже говорилось, на современном этапе в рамках программы “Road to the Future” Mercedes-Benz важнейшей стратегией в достижении поддерживаемой мобильности является оптимизация ДВС. В течение начальной стадии реализации данной стратегии особое внимание производителя приковано к оптимизированным двигателям внутреннего сгорания, но уже с клиентскими гибридными модулями.

Модульные гибридные технологии — начиная от современных двигателей с дизельной технологией BlueTEC или прямым впрыском и заканчивая экологичными автомобилями для локального применения, в том числе модели на топливных элементах — создают все предпосылки для того, чтобы клиенты марки Mercedes-Benz могли в долгосрочной перспективе получать оптимальные автомобильные решения, созданные на традиционно высоком уровне.

Следующие два новых автомобиля Mercedes-Benz, которые выходят на рынок в 2009 году, — это гибриды: топливно-эффективный люкс-автомобиль S 400 BlueHybrid и двухрежимный полный гибрид SUV ML 450 Hybrid (рис. 11а-в).

Параллельно Mercedes-Benz работает над осуществлением стратегий дорожной карты и для меньших автомобилей и связывает ближайшее будущее с применением клиентских гибридных модулей. Mercedes-Benz ввела, например, ECO старт/стоп функцию в А- и В-классах, известную по автомобилю smart fortwo с микрогибридным приводом (micro hybrid drive).

Двухместный автомобиль smart fortwo, разработанный в различных приводных и кузовных версиях, впервые появился на рынке в октябре 2007 года в версии smart fortwo mhd — с микрогибридным приводом (micro hybrid drive, mhd). Умный микрогибрид был оборудован экономичным 3-цилин-

дровым бензиновым двигателем мощностью 52 кВт/71 л. с. и стартер-генератором, выключающим двигатель, работающий на холостом ходу. Система старт/стоп, использованная в этом автомобиле, позволила снизить потребление топлива бензинового двигателя с 4,7 до 4,3 л на 100 км, что соответствует эмиссии CO<sub>2</sub> в 103 г/км.

В 2008 году с конвейера сошел миллионный автомобиль smart fortwo, что доказывает успех этой модели.

Данный автомобиль был также представлен в версии дизельного гибридного варианта под названием smart cdi mhd, он оборудован фильтром частиц. Потребление дизельного топлива — 2,9 л на 100 км, эмиссия CO<sub>2</sub> — всего 78 г/км. Эмиссия всех выхлопных компонентов ниже, чем допускает текущий стандарт EU5. Модель 2010 года — еще на 21% мощнее, а максимальный крутящий момент — на 18% выше.

Разработана версия smart fortwo ed — с электроприводом (рис. 11г), а также с приводом Brabus.

Компания Daimler связывает перспективы своей технологии для гибридов с литий-ионными батареями, которые дают высокую мощность, обеспечивают достаточно большую емкость и подходят для частых циклов зарядки/перезарядки.

Летом 2009 года на рынок вышел S 400 BlueHybrid — первый в мире серийно выпускаемый автомобиль, оснащенный литий-ионной батареей, разработанной Daimler в партнерстве с Continental. Он отмечен наградой «Желтый ангел» ADAC за 2009 год.

S 400 BlueHybrid — легковой автомобиль марки Mercedes-Benz с гибридным приводом, созданным как комбинация бензинового двигателя V6 и компактного гибридного модуля (рис. 11б). Бензиновый двигатель объемом 3,5 л развивает мощность 205 кВт/279 л. с., мощность электродвигателя — 15 кВт/20 л. с.,

пусковой крутящий момент — 160 Н·м. Совокупная мощность гибридного привода составляет 220 кВт/299 л. с., а совокупный номинальный крутящий момент достигает 385 Н·м.

S 400 BlueHybrid — и самый экономичный в мире седан в своем представительском классе. В смешанном цикле расход топлива составляет 7,9 л на 100 км пути, данный автомобиль отличает и самый низкий в мире для данного класса и мощности уровень эмиссии CO<sub>2</sub> — 190 г/км.

Новый Mercedes-Benz S 400 BlueHybrid был создан на базе модели S 350, но оснащен модернизированной системой привода и трансмиссии, включая усовершенствованный двигатель V6, электродвигатель, семиступенчатую автоматическую коробку 7G Tronic, оптимизированную для работы с гибридным модулем, необходимые силовые и управляющие электронные устройства, трансформатор, а также высоковольтную литий-ионную батарею.

S 400 BlueHybrid превосходит модель S 350 с точки зрения экономии топлива, сохраняя дополнительные 2,2 л на каждые 100 км пути. Выбросы CO<sub>2</sub> сокращены на 21%.

Усовершенствования ДВС включают использование преимуществ цикла Аткинсона, в котором фаза расширения дольше фазы сжатия, и впускной клапан удерживается открытым в промежутке между фазами впуска и сжатия несколько дольше. В результате тепловой КПД двигателя повышается, а удельный расход топлива и эмиссия снижаются. Рабочая точка ДВС смещена в сторону меньшего удельного расхода топлива. Применены новый блок головок цилиндров, новые поршни и модифицированный распределительный вал с новым управлением, что позволило увеличить мощность двигателя на 5 кВт/7 л. с. — до 205 кВт/279 л. с.

Трехфазный магнитоэлектрический электродвигатель дискообразной формы с возбуж-

дением от постоянных магнитов выполнен с наружным ротором. Помимо обеспечения дополнительных 15 кВт мощности гибридного привода при рабочем напряжении 120 В, одновременно он служит и стартером, и генератором. На месте бывшего стартера располагается инвертор. Ввиду того, что силовые электронные устройства нагреваются под действием высоких токов до 150 А, система включает дополнительный низкотемпературный контур охлаждения. Все это помогает сократить расход топлива и повысить характеристики, особенно в фазе начального старта и разгона с наибольшим расходом топлива, во время которой электродвигатель оказывает поддержку ДВС, увеличивая крутящий момент.

Время разгона автомобиля S 400 BlueHybrid от нуля до 100 км/ч — 7,2 с, максимальная скорость в 250 км/ч ограничивается электроникой.

Функция старт/стоп гибридного модуля отключает двигатель, когда автомобиль движется накатом со скоростью ниже 15 км/ч и останавливается, например, перед светофором. Для возобновления движения сразу после того, как водитель снимет ногу с педали тормоза либо отожмет педаль газа, электродвигатель вновь запускает ДВС и помогает экономить топливо и снижать эмиссию.

И насос гидроусилителя рулевого привода, и компрессор климатической установки оснащены электроприводом, поэтому обе системы работают как во время стоянки автомобиля, так и при автоматически отключенном ДВС. Также интеллектуальная логика управления способна распознавать развороты и парковку, и в этих случаях функция старт/стоп временно деактивируется.

При замедлении автомобиля электродвигатель работает как генератор, и система регенеративного торможения производит рекуперацию энергии, которая сохраняется в мощной и компактной литий-ионной батарее, размещенной в моторном отсеке. Параллельно для генерации большей энергии применена новая гидравлическая тормозная система и новый педальный модуль, обеспечивающий для нее щадящий режим. Управление гибридной системой осуществляется ECU (Electronic Control Unit, электронный блок управления или ЭБУ), который также устанавливается вблизи двигателя.

Главными преимуществами новой литий-ионной батареи по сравнению с распространенными никель-металлгидридными батареями являются высокая плотность запасания мощности и высокий КПД, при более компактных размерах и уменьшенной массе. Аккумуляторная система абсолютно новой конструкции включает блок литий-ионных элементов с контроллером и системой управления аккумулятором, высокопрочный корпус, охлаждающий гель, пластину радиатора, подвод охлаждающего вещества и высоковольтный штекер. Литий-ионная



Рис. 11. Автомобили концерна Daimler Mercedes-Benz:

- а) Mercedes-Benz ML 450 Hybrid, Mercedes-Benz S 400 Hybrid, Concept BlueZERO E-Cell, Mercedes-Benz B-Class F-Cell, smart fortwo electric drive;  
 б) Mercedes-Benz S-Class S 400 BlueHybrid: внешний вид и гибридная приводная система с литий-ионной батареей, устройство и работа;  
 в) Mercedes-Benz M-Class, ML 450 Hybrid: два электродвигателя обеспечивают различные режимы работы гибридной приводной системы, которые автоматически отображаются на дисплее COMAND ML 450 Hybrid

батарея обеспечивает питанием не только электродвигатель: через трансформатор она питает и бортовую сеть напряжением 12 В, а сеть, в свою очередь, фары и электронику. При падении напряжения стандартной батареи будет обеспечена возможность запуска двигателя от вспомогательного источника через трансформатор и соответствующий кабель. 12-вольтовая свинцово-кислотная батарея также присутствует, но она представлена в более компактном исполнении.

Автоматическая коробка передач 7G Tronic адаптирована к использованию вместе с гибридным приводом, что включает обновление программного обеспечения и вновь разработанный дополнительный масляный насос, осуществляющий смазку даже при остановке ДВС.

Контроллер двигателя как главный управляющий блок гибридной системы обладает широкими функциональными возможностя-

ми, они применяются в зависимости от текущего режима эксплуатации автомобиля: езда в городских условиях, по проселочным дорогам или по автомагистрали, маневрирование.

Информирование водителя о текущем состоянии гибридного привода осуществляется и с помощью визуальных средств. Состояние гибридного привода отображается на приборах, где имеется отдельное поле для информации о текущем направлении потока энергии при разгоне, рекуперации и о статусе батареи.

Помимо экологичности и экономичности как ключевых характеристик нового автомобиля, реализована семиуровневая концепция безопасности гибридной технологии. В соответствии с темой настоящей статьи она не рассматривается, но тем не менее можно отметить, что все компоненты надежно изолированы от контакта, литий-ионная батарея помещена в высокопрочный стальной корпус с дополнительным креплением,

а размещение элементов в специальном геле эффективно гасит тряску. Продувочное отверстие с предохранительной мембраной и отдельным охлаждающим контуром также служит безопасности, за соблюдением требований которой в системе следит электронный контроллер. Все высоковольтные компоненты связаны между собой посредством шлейфа. В случае сбоя высоковольтная система будет автоматически выключена, при аварии — за доли секунд.

Новый S 400 BlueHybrid, таким образом, является ярким примером реализации важнейшей стратегии Mercedes-Benz, цель которой состоит в том, чтобы предлагать клиентам марки экономичные и экологически чистые автомобили премиум-класса без снижения характеристик безопасности, комфорта, динамики.

Успех S 400 BlueHybrid позволил его создателям представить в сентябре 2009 года на международной выставке Internationale Automobil Ausstellung (IAA) во Франкфурте и новый концептуальный автомобиль Vision S 500 Plug-in Hybrid, способный проезжать до 30 км на электричестве и без эмиссии. Эффективная приводная система автомобиля позволяет достигать потребления топлива 3,2 л на 100 км, с эмиссией CO<sub>2</sub> всего в 74 г/км.

Данный автомобиль создан на базе моделей S-класса с применением пакета Blue-Efficiency. Приводная система состоит из бензинового двигателя V6 объемом 3,5 л с системой прямого впрыска следующего поколения, гибридного модуля на 44 кВт/60 л. с. и литий-ионной батареи емкостью 10 кВт·ч. Vision S 500 Plug-in Hybrid ускоряется от 0 до 100 км/ч всего за 5,5 с.

Помимо S 400 Hybrid, в 2009 году вводится еще один гибридный автомобиль — SUV ML 450 Hybrid (рис. 11в), который был разработан производителем как наиболее топливно-эффективный в мире и в своем классе бензиновый гибрид. Благодаря вновь введенной двухрежимной гибридной системе автомобилем можно управлять и в чисто-электрическом режиме, но комфорт при этом сохраняется. Приводная система объединяет два электродвигателя, оптимизированных и для городского, и для шоссе вождения. Посредством интеллектуальной системы управления энергией автомобиль обеспечит все типичные признаки полного гибрида, включая чисто электрическое управление, функцию старт/стоп, эффект усилителя, в котором оба электродвигателя поддерживают бензиновый двигатель, регенеративное торможение и запасание энергии.

Бензиновый двигатель V6 характеризуется мощностью 205 кВт/279 л. с. и крутящим моментом 338 Н·м, двухрежимный гибридный модуль с электродвигателем обеспечивает дополнительные 45 кВт/61 л. с. Гибридная система, таким образом, характеризуется комбинированным выходом в 250 кВт/340 л. с. и комбинированным максимальным крутящим

моментом 480 Н·м. Затрачивая на 100 км 7,7 л бензина, ML 450 Hybrid выбрасывает только 185 г/км CO<sub>2</sub>.

Согласно мнению экспертов Mercedes, чистые дизельные гибриды представляют очень большой потенциал сбережения топлива в сегменте больших автомобилей. Технология BlueTEC Hybrid, на основе которой может быть создана высокоэффективная система powertrain, подготовлена Mercedes-Benz к серийному производству. Исследовательский автомобиль Vision GLK BlueTEC Hybrid показывает конкретные перспективы данной технологии. Концептуальный автомобиль оборудуется новым 4-цилиндровым дизельным двигателем OM651. В паре с компактным гибридным модулем дизельно-электрическая приводная сборка обеспечивает комбинированный выход мощности 165 кВт/224 л. с. и комбинированный крутящий момент в 560 Н·м — как с бензиновыми двигателями V8 на верхушке SUV сегмента. При этом потребление топлива Vision GLK BlueTEC Hybrid составляет только 5,9 л на 100 км.

Параллельно с плагинным S 500 представлен Vision E 300 BlueTEC Hybrid, комбинирующий 4-цилиндровый 2,2-литровый дизельный двигатель с дополнительным гибридным модулем на 15 кВт/20 л. с. — тем, что в S 400 Hybrid, но допускающим чисто электрическое вождение. Vision E 300 BlueTEC Hybrid проезжает 100 км на 4,5 л топлива (по предварительной оценке), что соответствует эмиссии CO<sub>2</sub> в 119 г/км при выходе в 165 кВт/224 л. с. с крутящим моментом 580–600 Н·м.

Ранее было заявлено, что с 2010 года будут введены автомобили E 300 BlueTEC Hybrid, S 300 BlueTEC Hybrid и C 300 BlueTEC Hybrid.

После 2010 года Mercedes-Benz планирует обеспечивать еще большую экономию топлива и высокие уровни согласования со средой без снижения характеристик вождения — также совершенствуя комбинацию гибридной технологии и BlueTEC (примером является S 400 BlueTEC Hybrid последующих лет).

Еще одним решением, пока концептуального уровня, в рамках дорожной карты «Путь в будущее» Mercedes-Benz является двигатель Diesotto, комбинирующий лучшие характеристики бензинового и дизельного двигателей с целью достижения низкого потребления топлива и низкой эмиссии (рис. 11д).

Двигатель Diesotto основан на технологии компрессионного зажигания вместе с технологиями прямого впрыска и турбонагнетения.

Согласно концепции двигателя Diesotto, ТВС (смесь воздуха и бензина) зажигается посредством свечи при старте и при полной нагрузке — как с обычными бензиновыми двигателями. На низких и средних скоростях, то есть практически в течение всего времени работы, бензиновый двигатель автоматически переключается в режим дизельного двигателя и работает со сжатием смеси, которая воспламеняется в нескольких различных местах одновременно. Такое гомогенное

сжатие обладает преимуществами низкого потребления топлива и снижает эмиссию оксида азота. Поэтому двигатель Diesotto уже соответствует стандартам эмиссии EU6.

Благодаря гомогенному сгоранию на сниженных температурах реакции минимизируется эмиссия оксида азота, дополнительный эмиссионный контроль двигателя Diesotto выполняется посредством стандартного каталитического конвертера. Высокоэффективная система двигателя основана на объединении и сетевой работе подсистем в унифицированной концепции создания тяги.

Принцип Diesotto основывается также на модульной концепции двигателя, характеризующейся несколькими высокотехнологичными признаками: снижение размера с турбонагнетателем, прямым впрыском, переменной синхронизацией клапанов с оригинальным названием variable valve timing gear, гомогенным компрессионным сжатием HCCI, сборкой коленчатого вала с оригинальным названием variable crank assembly, гибридным модулем, ECU.

Diesotto HCCI двигатель (175 кВт/238 л. с.) вместе с дополнительным гибридным модулем 15 кВт/20 л. с. интегрирован в исследовательский автомобиль F 700, представленный в 2007 году. Максимальный крутящий момент — 400 Н·м.

Электрический двигатель сконфигурирован как стартер-генератор, включающий двигатель внутреннего сгорания в течение начального ускорения и в условиях трафика stop-and-go. Используется также энергия торможения.

Благодаря гибридной концепции, большой седан потребляет мало топлива и ускоряется от 0 до 100 км за 7,5 с.

Автомобиль F 700, оборудованный таким образом, потребляет только 5,3 л бензина на 100 км (комбинированная оценка топливной экономии NEDC в 5,3 л/100 км эквивалентна приблизительно 44,5 mpg), что соответствует эмиссии CO<sub>2</sub> в 127 г/км.

Параллельно развитию гибридной концепции Mercedes-Benz с 1991 года интенсивно работает над решениями для чисто электрического вождения с использованием топливных элементов и батарей. Электроприводы бесшумны, эффективны, отличаются нулевой эмиссией на локальных участках их применения. С 2007 года 100 автомобилей smart fortwo electric drive (рис. 11а, г), питающиеся только от батарей, работают в Лондоне.

Но успех электроприводной системы, рассчитанной на внедрение, прежде всего, в урбанизированных регионах, будет значительно зависеть от соответствующей инфраструктуры.

В стадии подготовки к серийному производству находится новый автомобиль BlueZERO (рис. 11а), созданный в трех версиях с разными вариантами электропривода, но на основе одной автомобильной модульной архитектуры:

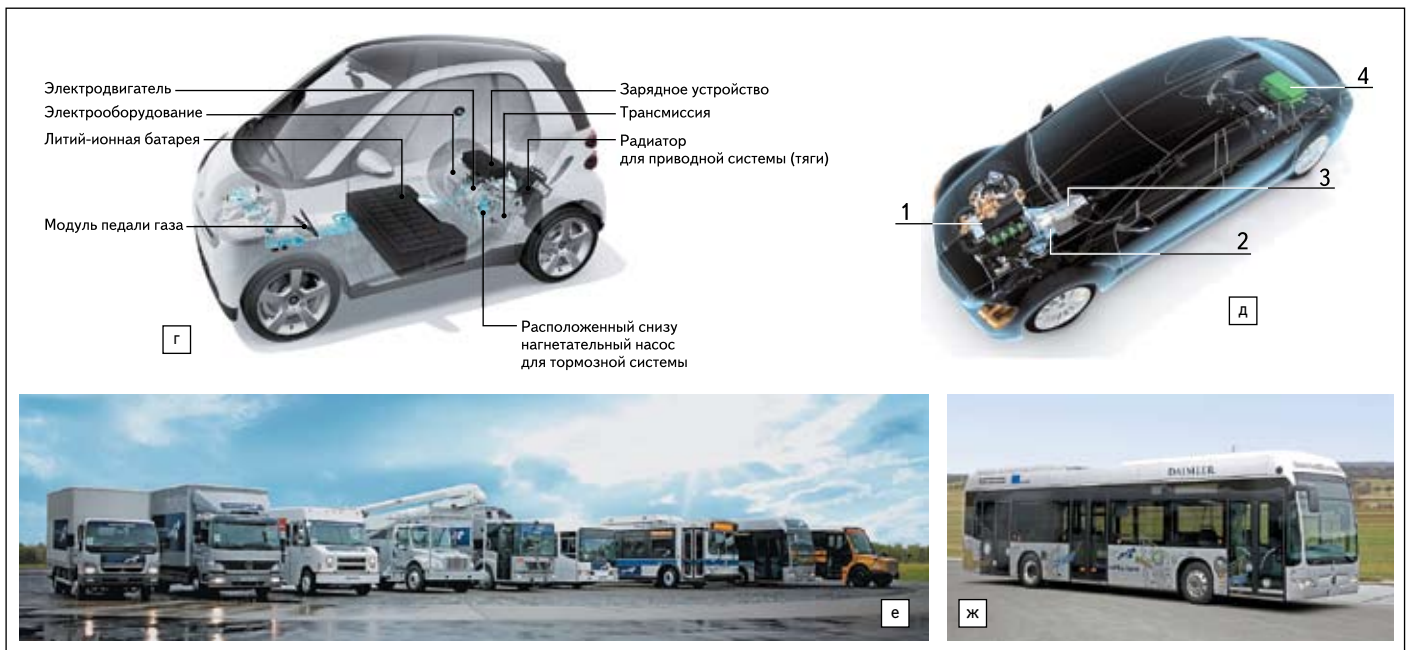


Рис. 11. Автомобили концерна Daimler Mercedes-Benz:

г) приводная система smart fortwo ed;

д) Mercedes-Benz F 700 Diesotto: вид под капотом и устройство приводной системы:

1 — основной силовой агрегат; 2 — гибридный модуль;

3 — автоматическая коробка 7G-Tronic; 4 — высоковольтная батарея;

е) Daimler — лидер в производстве коммерческих автомобилей (мини-вэнов, грузовиков, автобусов) с альтернативными приводными системами (фото с IAA Commercial Vehicles 2008);

ж) премьеры автобуса Mercedes-Benz Citaro FuelCELL Hybrid летом 2009 года в Вене

- Модель BlueZERO E-Cell работает на основе электропривода с питанием от аккумулятора и способна преодолевать расстояния до 200 км.
- Модель BlueZERO F-Cell использует энергию топливных элементов, позволяющих преодолевать расстояния свыше 400 км.
- Модель BlueZERO E-Cell Plus включает электропривод и дополнительно оборудуется ДВС, выполняющим функции генератора для расширения диапазона хода автомобиля (“Range Extender”), что позволяет преодолевать до 600 км пути, причем 100 км — без подключения ДВС.

Все три модели BlueZERO являются переднеприводными. Модульная система позволяет гибко комбинировать различные компоненты приводной системы, включая литий-ионные батареи с жидкостным охлаждением и потребляемой мощностью до 35 кВт·ч, а также компактный электродвигатель.

Максимальная мощность электродвигателя — 100 кВт (эксплуатационная — 70 кВт), номинальный крутящий момент составляет 320 Н·м. Все три модели разгоняются от нуля до 100 км/ч менее чем за 11 секунд. Максимальная скорость электронно ограничивается 150 км/ч — с целью достижения оптимального запаса хода и оптимального использования энергии.

Зарядная мощность литий-ионных батарей, устанавливаемых на автомобили BlueZERO E-Cell и BlueZERO E-Cell Plus, — 15 кВт. За 30 минут зарядки эти батареи способны накопить энергии на 50 км пути на электри-

ческой тяге, за один или два часа — на 100 или 200 км соответственно. Но при использовании бытовых источников энергии с зарядной мощностью в 7 кВт время зарядки увеличивается вдвое. Оба электрических варианта автомобиля BlueZERO оборудуются электроникой, которая поддерживает интеллектуальные зарядные станции и системы точного учета энергии.

“Range Extender” BlueZERO E-Cell Plus — 3-цилиндровый турбированный бензиновый двигатель объемом 1 л, известный по автомобилям smart fortwo. Его мощность — 50 кВт при постоянных 3500 об/мин, по мере необходимости он через генератор будет подзаряжать литий-ионную батарею с потребляемой мощностью в 17,5 кВт·ч.

С 2009 г. Mercedes-Benz начинает мелкосерийное производство первых автомобилей на топливных элементах, а с 2010 года запланирован выпуск малыми сериями электромобилей, работающих только на аккумуляторах.

В 2010 году стартует в малых объемах производство F-Cell B-класса, этот автомобиль отличается приводом следующего поколения — с высоким выходом, но более компактным. Холодный старт возможен при температурах до  $-25^{\circ}\text{C}$ , диапазон хода расширен до 400 км — благодаря литий-ионной технологии, уже примененной в S 400 BlueHybrid.

Можно упомянуть еще одну FC-разработку Mercedes-Benz — футуристический автомобиль 2009 F-Cell Hybrid Roadster с топливной ячейкой 1,2 кВт.

Разработка новых видов топлива и систем powertrain неразрывно связана, это возможность для дальнейшей оптимизации потребления топлива и снижения эмиссии.

Для Daimler многообещающим является применение возобновляемых видов биотоплива для ДВС второго поколения — BTL (Biomass To Liquid). Примером является SunDiesel — чистое топливо без серы, фактически  $\text{CO}_2$ -нейтральное. Синтетическое топливо производится из биомасс и может использоваться в дизельных двигателях без какой-либо их модификации. Инфраструктура по обеспечению данным топливом также не требует дальнейшей модификации.

С середины 2008 года 14 грузовиков и автобусов Mercedes-Benz работают в Германии на дизельном топливе NExBTL, снижающем эмиссию NOx (на 15%) и  $\text{CO}_2$  (на 60%).

Mercedes-Benz вывел на рынок большое число решений, адаптированных к клиентским требованиям. Недавние примеры — BlueEfficiency версии автомобилей A- и B-класса с функцией ECO старт/стоп. Модульное смешивание систем powertrain — от ДВС с BlueTEC или прямым впрыском (с гибридной и без) до локально работающих без эмиссии FCV и BEV — также составляют потенциал будущей мобильности для клиентов Mercedes-Benz.

Спектр гибридных решений Daimler/Mercedes-Benz является широким — от функции старт/стоп или эффекта усиления/восстановления (boost/recovery) до чисто электрического режима, включая плагинную

технологии, а модульные гибридные концепции ранжированы от smart fortwo до тяжелых грузовиков и автобусов (рис. 11г–ж).

“Shaping Future Transportation” — так называется инициатива Daimler по формированию будущего коммерческого транспорта на базовых моделях, стартовавшая в 2007 году, цель которой — оптимизация потребления топлива и снижение эмиссии CO<sub>2</sub>.

Дизельная технология BlueTEC демонстрирует потенциал сохранения топлива с дизельными ДВС. Она эффективно применена в более чем 220 000 грузовиков Mercedes-Benz и 17 600 автобусах и прицепах Mercedes-Benz и Setra. Более чем 90% этих транспортных средств соответствует нормам EU5, входящим в силу с осени 2009 года. Коммерческие BlueTEC-автомобили потребляют примерно на 2–5% меньше топлива, чем EU3 CV, соответственно, эмиссия CO<sub>2</sub> также меньше. В то же время их выхлопные газы содержат примерно на 80% меньше сажи и на 60% меньше NOx.

С 1 января 2010 года в США войдут в силу строгие стандарты эмиссии EPA, которым BlueTEC SCR в комбинации с другими технологиями соответствует. Требование предельной эмиссии — 0,20 г/л. с.ч NOx (grams per hp-hour).

Коммерческие транспортные средства используют нетоксичный водный раствор мочевины. В Европе данный раствор известен под названием AdBlue, в США — AUS-32, а также как Diesel Exhaust Fluid (DEF). ECU посредством сигналов обеспечивает поставку отмеренного количества DEF, запасаемой в отдельном баке, в горячие выхлопные газы — для последующего гидролиза в аммиак. Инфраструктура AdBlue/DEF довольно развита, как в Европе, так и в США.

В серийном производстве находится автомобиль Mercedes-Benz Actros, который занесен в книгу рекордов Гиннесса как наиболее топливно-эффективный 40-тонный грузовик.

Технология BlueTEC SCR в дальнейшем будет применяться в грузовиках Freightliner и Western Star.

Линейка высокоэффективных дизельных двигателей, которые производит подразделение Detroit Diesel, подготовлена для применения технологии BlueTEC SCR. Новая дизельная технология BlueTEC основывается на двигателях серий DD 13, DD 15 и новой серии DD 16, вместе с пост-обработкой на основе технологии SCR. Базовый принцип SCR, основанный на конвертировании в каталитическом конвертере с использованием аммиака как агента нежелательного оксида азота в нетоксичный азот и водяные пары, позволяет обеспечить экономичность дизельных автомобилей.

Гибридные приводы, комбинирующие с клиентскими гибридными модулями ДВС и электродвигатель(и), которые могут работать раздельно или вместе, в зависимости от типа автомобиля и ситуации вождения, формируют важную часть стратегии поддерживаемой мобильности компании Daimler.

На фоне многих других лидирующих автопроизводителей концерн Daimler выделяется своими гибридными грузовиками и автобусами, которые разрабатываются не только для применения в городских условиях, но и для перевозок людей и грузов на большие расстояния без остановок.

Гибридные приводы предназначены в основном для транспорта с частым чередованием ускорения и торможения и позволяют экономить топливо и снижать эмиссию в урбанизированных регионах. Но, согласно расчетам Daimler, гибридная технология позволяет экономить топливо и на больших расстояниях, которые без остановок преодолевают грузовики и туристические автобусы, — примерно на 4%. Daimler планирует и в дальнейшем испытывать гибридные грузовики и автобусы на длинных дистанциях.

Для грузовиков Daimler концентрируется на применении параллельных гибридных систем, в приводах которых ДВС и электрический двигатель управляют транспортным средством по отдельности или в тандеме, и, таким образом, возможна работа в чисто электрическом режиме. Параллельная гибридная система обеспечивает компромисс с точки зрения цены конструкции, размеров, веса, характеристик, рабочих условий и эффективности.

Для городских автобусов Daimler разрабатывает последовательные системы, которые включают ДВС, управляющий генератором для запаса мощности, и позволяют оптимизировать потребление топлива в городских условиях. Благодаря электрическому приводу автобусы работают в городах практически без выхлопов.

Различные улучшения достижимы и для мини-вэнов. В частности, функция автоматический старт/стоп, доступная как опция для модели Sprinter, позволяет сэкономить порядка 5–8% топлива в городе.

Включая грузовики Mercedes-Benz, работающие на натуральном газе, автобусы и мини-вэны в Европе, общее число коммерческих транспортных средств с альтернативными приводными системами достигло 10 500. Разработка газовых автомобилей продолжается: примером является новый Mercedes-Benz Sprinter NGT. Уже 1700 этих автомобилей в настоящее время находятся на дорогах.

В 2006 году Mercedes-Benz Hybrid Sprinter стал первым гибридным мини-вэном данной марки. Мощность дизельного двигателя — 115 кВт, двигатель оборудован прямым впрыском, мощность электродвигателя 70 кВт. 15 кВт·ч литий-ионная батарея расположена под корпусом транспортного средства и не занимает пространство грузовой области.

Hybrid Sprinter был разработан в нескольких вариантах — от микро-гибрида с функцией старт/стоп до полного гибрида с двумя связанными приводными системами и энергозапасующими батареями.

Мини-вэны Dodge Sprinter PHEV, оборудованные либо дизельным, либо бензино-

вым двигателем помимо электродвигателя, с весны 2008 года испытываются в США. Водители могут переключаться между двумя системами, и в чисто электрическом режиме расстояние, покрываемое этими машинами, достигает 32 км. Плагинная технология позволяет заряжать батареи от розетки.

Подразделение Daimler в США Freightliner также разработало гибридный вэн совместно с Eaton.

В Германии в 2008 году был введен Mercedes-Benz Atego BlueTEC Hybrid. Недавно эта модель была удостоена награды “Environment Engineering Award” германского федерального округа Баден-Вюртемберг (Baden-Württemberg). 12-тонный дизельно-электрический грузовик Atego BlueTEC Hybrid позволяет сохранить до 20% топлива и снизить эмиссию CO<sub>2</sub>.

В 2006 году компания Fuso создала грузовик Canter Eco Hybrid — транспортное средство с двойной приводной системой, которая включает трехлитровый турбодизельный двигатель, электродвигатель, литий-ионные батареи, автоматизированную ручную передачу. Управление грузовиком осуществляется от дизельного двигателя, от электродвигателя или в зависимости от ситуации. Снижение эмиссии частиц, достигнутое с этой системой, — до 46%, NOx — на 41%. Система регенеративного торможения позволяет сохранить до 20% топлива. В августе 2008 года 10 машин Fuso Canter Eco Hybrid начали работать в Лондоне.

Применение гибридной системы в автобусах, грузовиках и мини-вэнах — это еще один шаг Daimler на пути от ДВС к экологически чистым транспортным средствам.

В 1997 году Mercedes-Benz представила свой первый водородный автобус “Nebus” (New Electric Bus), затем в 2003 году был анонсирован первый FCV-автобус Citaro, успешно прошедший тестирование на дорогах разных стран, и на его основе была создана модульная платформа автобусов Citaro. Следующей моделью Daimler стал дизельный гибридный Citaro G BlueTEC Hybrid, в котором электрический колесный привод остается, а дизельный двигатель и генератор замещаются стеками топливных элементов. Транспортное средство питается от дизельной приводной системы со сниженным потреблением топлива и эмиссией CO<sub>2</sub> (на 20 и 30% соответственно). Последовательный гибридный привод может работать только от литий-ионных батарей, но на коротких расстояниях. Дизельный двигатель в Citaro G Hybrid функционирует как генератор, вырабатывая энергию, запасаемую в литий-ионных батареях, размещенных на крыше автобуса. Батареи также накапливают энергию рекуперации (регенеративное торможение). Четыре колеса в центре и на задней оси питаются посредством электрических двигателей с общим выходом по мощности в 320 кВт/435 л. с. Серийное производство запланировано на 2009 год.

Но летом 2009 года Mercedes-Benz Buses представила уже новый Citaro FuelCELL Hybrid (рис. 11ж), в котором использованы ключевые компоненты дизельного гибридного прототипа, но питание осуществляется стеками FC.

Транспортные средства, оборудованные электрическими приводными системами, предлагают лучшую возможность для достижения мобильности с нулевой эмиссией. Получение такой энергии от попожня-

емых источников улучшает энергетический баланс. Электрическая энергия может быть сгенерирована в транспортном средстве посредством топливных ячеек. После топливных ячеек электрический привод, питаемый посредством батарей, — второй важнейший элемент стратегии нулевой мобильности.

В отличие от баков для дизельного топлива и AdBlue (дизельная выхлопная жидкость с мочевиной) водородные баки размещены

на крыше. Эти сравнительно малые изменения позволяют создать для городов малошумящее транспортное средство с нулевой эмиссией.

Итак, ключ к выполнению программы “Road to the Future” — в смешивании интегральных и модульных частей приводных технологий, включая двигатели внутреннего сгорания, гибриды, батарейные и FC-приводы. ■

*Окончание следует*