



Гибридная сила

Эдуард Столяров

Количество автомобилей, оснащенных гибридным приводом, увеличивается с каждым годом. Перед специалистами технического сервиса открывается новый рыночный пласт, еще мало кем освоенный, по крайней мере, в нашей стране.

Пока еще не ясно какие конкретно технологии придут на смену двигателям внутреннего сгорания, но то, что в этой цепи эволюции гибридный привод станет важнейшим промежуточным этапом, не вызывает никакого сомнения. Изначально поставленные на поток в Японии сегодня они перестали быть прерогативой исключительно японского автопрома. Сейчас с гибридными схемами работают конструкторы и инженеры по обе сторо-

ны Атлантики, крупнейшие европейские и американские автоконцерны уже предложили свое видение гибридного привода. Оснащенные им модели есть у VAG и BMW, у Ford и GM. Поэтому можно с полной уверенностью сказать, что в самом ближайшем будущем гибриды будут завоевывать все большую и большую долю рынка. Став доступнее рядовым обывателям, они получат широкое распространение и в нашей стране. А это значит,

что российским автосервисам нужно уже сегодня готовиться к приему на обслуживание этих пока еще диковинных для нас транспортных средств.

Что такое гибридный автомобиль, мы думаем, всем понятно. О его преимуществах также просвещены многие. А вот то, что гибриды гибриду рознь, знают лишь единицы. На самом деле существует три схемы гибридного привода: последовательная, параллельная и последовательно-параллельная.

При последовательной схеме (series hybrid) двигатель внутреннего сгорания (ДВС) взаимодействует только с генератором, питающим электродвигатель и заряжающим аккумуляторную батарею, а ведущие колеса вращаются посредством тяговых электромоторов. То есть ДВС проворачивает генератор, который в свою очередь либо заряжает батареи, либо приводит в действие электрический двигатель, который передает крутящий момент на трансмиссию.

Автомобили, использующие последовательную схему, как правило, подразумевают возможность подзарядки от электрической цепи по окончании поездки. Их так и называют «подключаемые гибриды» или Plug-in Hybrid. Для этого в них устанавливают литий-ионные АКБ увеличенной емкости, оптимизирующие эксплуатацию ДВС и способствующие значительному сокращению потребления топлива и, как следствие, эмиссии вредных выбросов.

Plug-in Hybrid в чистом виде это Chevrolet Volt, Opel Ampera. Также в литературе можно встретить и другое их обозначение Extended Range Electric Vehicle (EREV) – то есть электромобили увеличенного радиуса действия. Их преимущество в том, что они лишены самого большого недостатка присущего современным электромобилем в полном смысле этого слова – ограничения по пробегу на одном заряде. Когда у них заканчивается электроэнергия, подключается ДВС и автомобиль превращается в обычный гибрид. Таким образом, эти машины могут преодолевать десятки километров на АКБ и до полутысячи километров на энергии генератора, вращаемого двигателем внутреннего сгорания.

Но есть и недостатки. Главные – необходимость установки большой и тяжелой аккумуляторной батареи, а также худшие мощностные показатели и более низкая скорость по сравнению с автомобилем с полногибридным приводом.

А вот гибриды с параллельной схемой (parallel hybrid) это, если можно так выразиться, настоящие гибриды. Именно ее в настоящий момент использует большинство автомобилестроителей, выпускающих гибридные модели. Среди примеров BMW Active Hybrid 7, Honda Civic Hybrid, Honda Insight, Hyundai Elantra Hybrid, Volkswagen Touareg Hybrid и еще ряд моделей. У таких машин ведущие колеса приводятся в действие и бензиновым двигателем, и электромотором, а силовому агрегату необходима обычная трансмиссия (например, вариатор). Коммутация между всеми элементами схемы происходит посредством автоматически управляемых муфт.

В параллельных гибридах устанавливается электродвигатель малой мощности (порядка 20 кВт), обеспечивающий дополнительную мощность при ускорении автомобиля. В большинстве конструкций он выполняет также функцию стартера и генератора.

Двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель в параллельной гибридной системе могут работать только сообща. К достоинствам данной системы следует отнести возможность использования более компактной и легкой аккумуляторной батареи,

а также отсутствие вредных выбросов и почти бесшумное движения в режиме привода только от электродвигателя.

Первой применила параллельную схему Honda, предложив систему Integrated Motor Assist (IMA). Для IMA характерны следующие режимы:

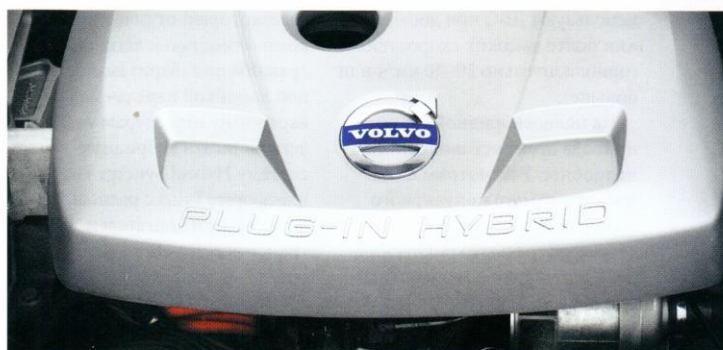
- Работа от электродвигателя
- Совместная работа ДВС и электродвигателя
- Работа от ДВС с одновременной зарядкой аккумулятора от электродвигателя в режиме генератора
- Зарядка аккумуляторной батареи в режиме рекуперативного торможения

Последовательно-параллельная схема (Full Hybrid), по мнению многих экспертов, наиболее прогрессивна. Автомобили, в которых она реализована, часто еще называют «полными гибридами». В этом случае

двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель соединены через планетарный редуктор. Мощность каждого из двигателей может передаваться на ведущие колеса одновременно в соотношении от 0 до 100 %. Главное отличие последовательно-параллельной схемы от параллельной заключается в наличии генератора, обеспечивающего энергией электродвигатель.

Типичные представители – Toyota Prius, Lexus RX 450h, Ford Escape Hybrid. В отличие от гибридов Honda они могут передвигаться на низких скоростях, не потребляя топлива.

Нередко еще выделяют «умеренные гибриды» (mild hybrid). Это те машины, которые могут тронуться с места только с помощью двигателя внутреннего сгорания и используют электродвигатель, прежде всего, чтобы





помочь ему, когда требуется дополнительная мощность. И полные, и умеренные гибриды используют ДВС при достижении более высоких скоростей (приблизительно 30–40 км/ч или больше).

На полногибридной схеме привода стоит остановиться подробнее. Рассмотрим ее на примере самого популярного обладателя – Toyota Prius последнего (третьего) поколения, поступившего в официальную продажу и в нашей стране. В этой модели используется фирменная система привода компании Toyota – Hybrid Synergy Drive (HSD), также применяемая и на машинах под маркой Lexus.

Конструкция нового поколения гибридной системы Hybrid Synergy Drive с последовательно-параллельной схемой включает в себя 1,8-литровый бензиновый мотор, работающий по циклу Аткинсона, мощный электродвигатель, генератор, емкую аккумуляторную батарею, блок управления электропитанием, устройство распределения мощности. Последний узел представляет собой планетарный механизм, объединяющий и распределяющий мощность двигателя, электродвигателя и генератора в зависимости от режима работы.

Электродвигатель, генератор и устройство распределения мощности собраны в одном узле, который отличается компактностью и легкостью, сравним по габаритам с обычной коробкой передач. Благодаря этому инженерам удалось легко вписать гибридную систему Hybrid Synergy Drive в платформу Prius с расположенным спереди двигателем. Новая трансмиссия в сборе с главной передачей является сердцем гибридного привода Hybrid Synergy Drive.

Во время замедления и торможения электродвигатель работает как генератор высокой мощности. Такая рекуперативная система торможения путем преобразования кинетической энергии (она обычно рассеивается при торможении и замедлении) в электрическую, которая запасается в аккумуляторной батарее повышенной емкости.

Мощный синхронный электродвигатель, развивающий мощность 60 кВт, на постоянных магнитах подключается к бензиновому двигателю для улучшения разгона, а также может приводить колеса отдельно при задействовании режима движения на электроприводе. Данный электродвигатель обладает меньшей массой, чем электродвигатель, установ-

ливающийся на предыдущую модель, но в то же время он развивает на 20 % большую мощность (максимальный крутящий момент составляет 207 Нм в диапазоне 0–13000 об/мин), а также является более мощным, чем электродвигатели, используемые в среднегибридных системах. Такой высокий показатель достигается за счет увеличения более чем в два раза частоты вращения вала электродвигателя и повышения крутящего момента благодаря применению нового редуктора в коробке передач.

Конструкторы отказались от жидкостной системы охлаждения электродвигателя и повысили максимальное рабочее напряжение с 500 до 650 В. Однако в обычном режиме движения, когда в максимальной мощности нет необходимости, на электродвигатель подается более низкое напряжение, что повышает топливную экономичность.

Как и электродвигатель, генератор является синхронным, переменного тока. Развивая мощность 42 кВт, он выполняет разнообразные функции в гибридной системе Hybrid Synergy Drive.

В автомобиле не предусмотрен стартер, и генератор используется для запуска бензи-

нового двигателя. В обычных условиях движения мощность двигателя используется непосредственно для привода ведущих колес и вращения генератора, который, в свою очередь, через блок управления мощностью приводит в движение электродвигатель, а также заряжает высоковольтную аккумуляторную батарею. Кроме того, для обеспечения максимальной топливной экономичности в системе гибридного привода генератор регулирует обороты ДВС.

Когда потребность в работе бензинового двигателя отпадает, генератор выключает его. Если Prius в течение длительного времени приводится в движение только электродвигателем, генератор запускает двигатель. В этом случае двигатель приводит в действие генератор, который подзаряжает аккумуляторную батарею.

В конструкцию гибридной системы Hybrid Synergy Drive входит никель-металлогидридная аккумуляторная батарея напряжением 202 В. Она может питать маршевый электродвигатель в режиме движения на электротяге. Максимальную мощность аккумуляторной батареи повысили на 2 кВт до 27 кВт, что позволило улучшить плавность работы электродвигателя при трогании автомобиля с места.

Блок управления электропитанием системы Hybrid Synergy Drive сравним по размерам с обычной 12-вольтовой аккумуляторной батареей и включает в себя следующие устройства:

- повышающий трансформатор, который подает высокое напряжение на электродвигатель, генератор и аккумуляторную батарею для увеличения мощности гибридной системы;
- инвертор электродвигателя/генератора, преобразующий постоянное напряжение аккумуляторной батареи в переменное напряжение, необходимое для привода электродвигателя;
- преобразователь напряжения, который уменьшает высокое напряжение 202-вольтовой аккумуляторной батареи до 14 В,

что необходимо для питания вспомогательных устройств и зарядки вспомогательной аккумуляторной батареи.

В системе используется новый инвертор, который стал на 36 % легче (13,5 кг) и на 37 % компактнее (13 литров) по сравнению с предшественником. Для повышения КПД он переключается быстрее и служит для преобразования постоянного напряжения аккумуляторной батареи в более высокое – 650 В – переменное напряжение необходимое для привода электродвигателя. Кроме того, благодаря его применению удалось улучшить характеристики блока управления электропитанием.

В любой поездке гибридный привод Hybrid Synergy Drive работает в нескольких режимах, что улучшает общую эффективность Prius. Во время остановки двигателя автоматически выключается, что способствует экономии топлива. В условиях, когда КПД ДВС низок, например, при трогании с места или работе на оборотах ниже средних, автомобиль приводится в движение только электродвигателем, при этом выброс CO₂ и NO_x в атмосферу отсутствует.

В обычных условиях движения распределение мощности постоянно регулируется между ДВС и электродвигателем, что обеспечивает оптимальную мощность и максимальную топливную экономичность. Соответствующий уровень зарядки аккумуляторной батареи постоянно поддерживается приводимым от ДВС генератором, что устраняет необходимость заряжать батарею от внешнего источника.

Познакомившись с устройством, переходим к обслуживанию и ремонту. По сути, в этом плане гибридные автомобили мало чем отличаются от обычных. У них тоже есть аналогичные ДВС, электронные блоки управления, ходовая часть и прочие элементы, нуждающиеся в регулярном регламентном техническом обслуживании. А вот гибридная часть как таковая в подобном обслуживании не нуждается. Да с ней, как пока-

зывает опыт эксплуатации, редко возникают серьезные проблемы. Самая, пожалуй, существенная – это внезапная не прогнозируемая саморазрядка АКБ. При этом, как вы прекрасно понимаете, батарея для гибрида имеет мало общего с привычной нам АКБ обычной легковушки – в ближайшем магазине автозапчастей ее не купишь.

Стоит учитывать и тот факт, что никель-металлгидридный аккумулятор гибрида выходит из строя не целиком, а отдельными ячейками, из которых состоит. В этом случае достаточно заменить неисправную ячейку, и проблема решена.

Впрочем, рассказать обо всех возможных неприятностях с гибридными машинами в рамках данной публикации невозможно чисто физически. Для того чтобы автосервисному предприятию освоить технологии ремонта и обслуживания нового сегмента транспортных средств, персоналу СТО необходимо пройти серьезное обучение. К сожалению, пока мало образовательных центров предлагает соответствующие учебные программы.

Чуть ли не единственной организацией вводящей слесарей в тему гибридных технологий яв-

ляется Академия Автомобильных Технологий. Ее педагогами совместно с МГТУ «МАМИ», МАДИ (ГТУ) и рядом специалистов подготовлен полноценный курс «Гибридные автомобили и электромобили».

Курс направлен на ознакомление слушателей с рынком гибридных автомобилей и электромобилей, устройством всех типов гибридов, с инновационными разработками ведущих фирм, с технологиями и реальными автомобилями, представленным в мире и в России. Важен специалистам всех сфер (управление, продажи, обслуживание, ремонт, автолюбители, студенты).

Учебная программа курса рассчитана на 7 занятий в вечернее время по 4 академических часа, 1 раз в неделю. Предусмотрено посещение АЦ Lexus и лаборатории МГТУ «МАМИ». Все занятия проводятся в интерактивном формате, подготовлено большое количество видеоматериалов и оригинальных материалов. По итогам обучения выдается сертификат.

В курсе представлены все типы гибридов и особенности конструкций независимо от марки и производителя. Подробно рассматриваются

основные компоненты (тяговые электродвигатели, стартер-генератор, накопители энергии, инвертор, система управления, электрооборудование), состояние рынка гибридов в России и за рубежом, другие альтернативные источники энергии на борту гибридных автомобилей (водород – различные типы электролизеров, топливные элементы, солнечные батареи, различные преобразователи «waste energy»: пьезо-, тепловые Rankine cycle, турбогенератор в системе выпуска, линейные генераторы подвески и прочее). Реальные примеры: компоненты автомобилей Toyota, Lexus, BMW, Volkswagen, принципы работы и алгоритмы систем. Система «стоп-старт». Система рекуперативного торможения «KERS»: баланс энергии, взаимодействие тормозных механизмов (гидравлического привода и электротормоза). Особенности обслуживания гибридных автомобилей, диагностика и ремонт. Основные неисправности гибридных энергоустановок. Силовая электроника. Интеллектуальные Транспортные Системы (ITS – Intelligent Transportation Systems). Новейшие системы, разработки и исследования зарубежных фирм. ■

