

УДК 628.18

## **Достоинства и недостатки транспортных средств с гибридной силовой установкой**

Русак Л. Н., Кузнецов Д. И., Мозоль К. Н.

Белорусский национальный технический университет

### **Достоинства автомобилей с гибридной силовой установкой**

В настоящее время ведущие автопроизводители начинают заниматься созданием автомобилей с гибридной силовой установкой. Многие считают, что за гибридными моделями сразу последуют электрические модели автомобилей, однако в силу объективных причин (экономической выгоды, развития инфраструктуры и т.п.) рынок автомобильной промышленности сегодня захватывают гибриды.

Гибридный автомобиль ничем внешне не отличается от любого другого автомобиля. Выпускаются различные виды, начиная от обычных городских автомобилей и заканчивая джипами-внедорожниками и спортивными моделями.

Для лучшего понимания автомобилей с гибридной силовой установкой рассмотрим детальнее их достоинства и недостатки.

Основными достоинствами автомобилей с гибридной силовой установкой являются:

#### **1) Экономная эксплуатация.**

Гибридные автомобили более экономичны, то есть расходуют на 30-35% меньше топлива, чем традиционные машины. При этом у автомобилей с гибридной силовой установкой сохранены все необходимые базовые характеристики традиционных автомобилей: мощность, возможность быстро набирать скорость и т.д. Вся эта система

до такой степени сложна, что стала возможна в полной мере только в современных условиях, с применением достаточно непростых алгоритмов работы бортового компьютера. Даже правильное и эффективное (с точки зрения безопасности) торможение управляется бортовым компьютером.

Экономия была достигнута:

- снижением объема и мощности двигателя;
- работой двигателя в оптимальном и равномерном режиме, в гораздо меньшей зависимости от условий езды.

КПД двигателей внутреннего сгорания зависит от режима работы. Высокий КПД они показывают в строго определенном режиме, то есть на определенных оборотах, при определенной нагрузке, при условии работы в стационарном режиме (без изменения числа оборотов в минуту). В других режимах их КПД может быть меньше в разы. Двигатель в обычном автомобиле работает ровно в противоположных условиях. Обороты постоянно меняются, нагрузка также непостоянная.

В гибридном автомобиле эта проблема решена. Привод колес осуществляется от аккумуляторов посредством электродвигателей. КПД системы аккумуляторов и электродвигателей тоже зависит от нагрузки и оборотов, но эта разница может составлять 10-15%. А двигатель внутреннего сгорания запускается при разрядке аккумуляторов, работает в строго рассчитанном оптимальном режиме, заряжает аккумуляторы и выключается [18].

- полная остановка работы двигателя, когда это необходимо;
- возможность движения только на электродвигателях;
- рекуперативное торможение с зарядкой аккумулятора.

Движение в городском цикле предполагает постоянное ускорение и торможение. При ускорении расходуется топливо. При торможении

нагреваются тормоза и окружающий воздух. Эту проблему автомобиль с гибридной силовой установкой также решает. При плавном торможении (отпуская педаль акселератора) энергия не рассеивается, а разгоняет роторы электродвигателей, так что они становятся электрогенераторами и подзаряжают аккумуляторы. Конечно, при экстренном торможении используются тормозные колодки [18]. Мало того, способность не терять понапрасну кинетическую энергию движения во время торможения, помимо основных явных преимуществ, уменьшает износ тормозных колодок.

## 2) Экологическая чистота.

Гибридные автомобили наносят меньше вреда экологии Земли. Сокращение выбросов углекислого газа и других вредных выхлопов в атмосферу происходит за счет более рационального расхода топлива или полной остановки потребления бензина двигателем при определенных условиях движения. Полная остановка работы двигателей в местах скопления автомобилей на дорогах городов, и прежде всего в пробках, играет самую первостепенную роль. Развитие гибридной технологии в общественном транспорте, и для грузовых автомобилей, ещё больше улучшит экологическую обстановку городов.

В городском цикле эксплуатации гибридный автомобиль 80% времени работает в режиме электромобиля. В феврале 2006 г. автолюбители из США смогли взломать электронную систему управления Toyota Prius, и научились принудительно переключать автомобиль в режим электромобиля. Французская компания PSA Peugeot Citroen в 2010 г. начала серийное производство гибридных версий Peugeot 307 и Citroen C4. В автомобилях предусмотрен режим электромобиля на скоростях менее 50 км/ч. Водитель может по желанию включать режим электромобиля.

### 3) Хорошие ходовые характеристики.

Теперь нет необходимости устанавливать двигатель из расчёта пиковых нагрузок эксплуатации. В момент, когда необходимо резкое усиление тяговой нагрузки, в работу включаются одновременно как электро-, так и обычный двигатель (а в некоторых моделях и дополнительный электродвигатель). Это позволяет сэкономить на установке менее мощного двигателя внутреннего сгорания, работающего основное время в наиболее благоприятном для себя режиме. Такое равномерное перераспределение и накопление мощности, с последующим быстрым использованием, позволяет использовать гибридные установки в автомобилях спортивного класса и внедорожниках. Несмотря на то, что электродвигатели обладают достаточно сильным крутящим моментом в пересчёте на массу и габариты двигателя, по сравнению с другими двигателями, разработчики всё же в ряде моделей устанавливают не слишком мощные электродвигатели, уменьшая их габариты. При этом, в целях суммирования мощностей, применяются комбинированные схемы передачи крутящего момента, с прямой передачей механического крутящего момента, непосредственно от двигателя. Такая схема называется «гибридно-совместный привод» [15].

Отметим, что электродвигатели постоянного тока могут развивать гораздо больший момент, чем двигатели внутреннего сгорания аналогичной мощности. Разгоняются электрические двигатели плавно, без провалов на определенных скоростях.

### 4) Увеличение дальности пробега.

Гибридный автомобиль может дольше обходиться без заправки, то есть обладает большей дальностью пробега.

#### 5) Сохранение и повторное использование энергии.

Устранён главный недостаток двигателя на углеродном топливе – невозможность возврата энергии обратно в углеродное топливо. Инженеры по транспорту давно пытались сохранить энергию движения при торможении, чтобы её повторно использовать. Например, применялись специальные конструкции с большим маховиком. Но только электрическую энергию удаётся сохранить с самыми минимальными потерями и максимально дёшево. В качестве накопителя применяются как аккумуляторы, так и специальные конденсаторы.

#### б) Обычная заправка топливом.

У электромобилей пока есть один большой недостаток – необходимость зарядки аккумулятора. Процесс долгий, и требует некоторого специально оборудованного пункта зарядки. Таким образом, он становится непригодным для длительных и дальних поездок. Но уже разработаны технологии, позволяющие заряжать литий-ионные аккумуляторы с электродами из наноматериалов до 80% ёмкости за 5-15 минут.

У гибридного автомобиля этот недостаток устранён. Заправка осуществляется по привычной схеме, обычным углеродным топливом, тогда, когда это необходимо, и дальнейшее движение можно немедленно продолжить [15].

#### 7) Низкий уровень шума.

Мотор гибридных машин работает бесшумно, если машина стоит на месте. Такой эффект достигается благодаря работе электродвигателя.

## **Недостатки автомобилей с гибридной силовой установкой**

Недостатками автомобилей с гибридной силовой установкой являются:

1) Высокая сложность конструкции и, как следствие, сложности при обслуживании и ремонте.

Гибридные автомобили дороже и имеют достаточно сложную конструкцию в сравнении с традиционными автомобилями с двигателями внутреннего сгорания. Многие запасные части гибридного автомобиля, особенно его силовой установки, являются высокотехнологичными и уникальными. Также стоит учитывать, что при ремонте гибридного автомобиля может понадобиться специальное оборудование [16]. Пока еще нет достаточного количества специализированных автосервисов, которые бы занимались комплексом услуг по техническому обслуживанию гибридных автомобилей. Но с другой стороны, чем больше появится автомобилей с гибридной силовой установкой, тем больше появится специализированных автосервисов и эта проблема решится сама собой.

Далеко не все крупные автопроизводители смогли создать собственную гибридную систему. Компания Porsche отказалась от попыток самостоятельного производства гибридного автомобиля. Компания Mitsubishi изначально не пыталась создать гибридный автомобиль, а сконцентрировала все свои усилия на разработке электромобилей. Наиболее удачная на сегодня серийная разработка – Hybrid Synergy Drive компании Toyota.

2) Высокая стоимость гибридного автомобиля.

В среднем за гибридную версию модели потребители переплачивают 20% стоимость стандартного автомобиля. Это вызвано сложностью конструкции гибридной силовой установки и высокой стоимостью ее составных частей, а также «нетрадиционностью» создания. Однако этот

пункт довольно часто оспаривается, поскольку во время эксплуатации затраченные деньги можно вернуть, ведь затраты на топливо у гибридных машин меньше [16]. Например, в США пытаются решить проблему дороговизны налоговыми льготами.

### 3) Утилизация аккумуляторов.

Гибридные автомобили, как и электромобили, хоть и в меньшей степени, подвержены проблеме утилизации аккумуляторов. Влияние выбрасываемых аккумуляторов на окружающую среду, специально никто не исследовал, при этом следует иметь в виду, что оно может быть опасным.

4) Проблемы, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, с высоковольтными батареями.

Высоковольтные батареи подвержены саморазряду; они зависят от перепада температур: не работают при очень низких температурах, а использование батарей при очень высоких температурах может существенно сократить их срок службы. Главным недостатком гибридного автомобиля является тот факт, что расчетный срок службы высоковольтной батареи меньше срока службы автомобиля [19]. А ее стоимость достаточно высокая (новые стоят минимум \$5000, подержанные – \$1000). Кроме того, вес машины тоже существенно увеличивается за счет веса генератора, электродвигателей и аккумулятора, хотя силовая установка на органическом топливе в гибриде меньше и легче [18].

### 5) Опасность для пешеходов.

Согласно исследованию американского Института по оценке ущерба на дорогах (англ. Highway Loss Data Institute), гибридные автомобили представляют повышенную опасность для пешеходов по сравнению с традиционными автомобилями из-за своей бесшумности при движении

на электрической тяге. В частности, наезды автомобилей с ГСУ на пешеходов происходят на 20% чаще, а степень урона выше. Для предотвращения подобных случаев гибридные автомобили могут оснащаться генератором звукового сигнала, при движении на небольших скоростях предупреждающим пешеходов о приближении автомобиля. Такими генераторами с 2010г. оснащаются гибриды Toyota Prius, но законодательные требования о наличии звукового генератора у гибридных и электрических машин в настоящее время существуют только в Японии. В конце 2011г. президентом США было дано указание Национальной администрации безопасности дорожного движения в трёхлетний срок разработать аналогичные законодательные инициативы [15].

б) Опасность поражения электрическим током.

Несмотря на то, что производители декларируют снижение риска удара электрическим током к минимуму, эта вероятность все-таки существует. При аварии водителю и пассажирам сложнее выбраться из машины из-за опасности поражения электрическим током, этот же фактор осложняет работу спасателей. Напряжение энергосистемы в гибридных автомобилях очень велико, а при аварии к тому же могут оборваться провода аккумулятора, что представляет дополнительную опасность. Однако справедливости ради необходимо отметить, что новые гибриды стараются оснастить все более и более совершенными системами безопасности.

7) Подогрев салона.

Высокий КПД определяет малую побочную генерацию бросового тепла. В обычных автомобилях в зимнее время это тепло используют для обогрева салона. В гибридных автомобилях ДВС не глохнет, пока не нагреет салон до требуемой температуры, что, естественно, увеличивает



расход топлива. В американских моделях Toyota Prius также используются электрические ТЭНы, которые питаются от высоковольтной батареи. Они не только обеспечивают тепло без излишней работы ДВС, но и позволяют нагревать салон сразу после холодного старта автомобиля [15].

Таковы достоинства и недостатки гибридных транспортных средств. Однако, судить о них пока рано, поскольку автомобили этого типа еще только появляются на рынке. По мере развития технологий гибридные автомобили совершенствуются, а конкуренция между крупнейшими производителями постепенно увеличивается, благодаря чему цены на гибриды имеют тенденцию к снижению. Заметим что, несмотря на все недостатки, на улицах городов мира, с каждым годом таких автомобилей становится все больше и больше. Ведущие автомобильные производители, с каждым годом предлагают все больше моделей, которые комплектуются гибридной установкой. В условиях непрерывного роста цен на углеводородное сырье, актуальность таких автомобилей год за годом становится только больше.

### **Литература**

1. Савич, Е. Л. Легковые автомобили: учебник / Е. Л. Савич – 2-е изд., переработ. и доп. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2013. – 758 с.
2. Тойота Приус. Модели 2003-2009гг. выпуска. Устройство, техническое обслуживание и ремонт. – М. : Легион-Автодата, 2009 – 568 с.
3. Раков, В. А. Анализ отказов и неисправностей гибридных силовых установок автомобилей / В. А. Раков. – Вологда : ФГБОУ ВПО «Вологодский государственный технический университет», 2012. – 12с.