

## СТРУКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ГИБРИДНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Киптенко В.В.

БНТУ, МИДО, Минск, Беларусь, [Vvkr@tut.by](mailto:Vvkr@tut.by)

В последнее время все большую популярность набирают гибридные и электромобили. Такие факторы, как рост загрязнения окружающей среды, шумовые загрязнения, все большее потребление нефтепродуктов способствуют популяризации электрического транспорта в современном мире и обществе.

Рассмотрим определения гибридного и электромобиля.

Электромобиль — автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов и т. п.).

Гибридный автомобиль — автомобиль, использующий для привода ведущих колёс более одного источника энергии (ДВС, чаще всего бензиновый и электродвигатель).

Основные достоинства гибридных автомобилей:

- 1) Пониженный расход топлива и снижение уровня вредных выхлопов в атмосферу;
- 2) Главным преимуществом является экономная эксплуатация. Они накапливать энергию, в том числе не теряя понапрасну кинетическую энергию движения во время торможения и заряжать ею аккумуляторные батареи (рекуперативное торможение).
- 3) Применение аккумуляторных батарей гораздо меньшей емкости, чем в электромобилях, снижает проблему утилизации использованных аккумуляторов.
- 4) Нет необходимости устанавливать двигатель из расчета пиковых нагрузок эксплуатации. В момент, когда необходимо резкое усиление тяговой нагрузки, в работу одновременно включаются электро- и обычный двигатель, что позволяет сэкономить на установке менее мощного двигателя внутреннего сгорания.

Гибридные автомобили можно разделить по степени гибридизации: «умеренные», «полные» и «гибриды с подзарядкой». «Полный» в состоянии двигаться лишь на электричестве, не потребляя топлива. «Умеренный» всегда задействует ДВС, а электромотор подключается, если требуется дополнительная мощность. Гибрид с подзарядкой (plug-in hybrid) - автомобили этой категории подзаряжаются из электросети. В результате обладатель подобного гибрида получает все преимущества электрического автомобиля, без самого большого недостатка: ограниченного пробега на одном заряде. Когда электрический заряд заканчивается, подключается ДВС и автомобиль превращается в обычный гибрид.

По методу подключения двигателей и накопителя к приводу, гибридные приводы принято разделять на три вида: последовательный, параллельный и последовательно-параллельный.

Последовательная: Это - самая простая гибридная конфигурация. ДВС используется только для привода генератора, а вырабатываемая последним электроэнергия заряжает аккумуляторную батарею и питает электродвигатель, который и вращает ведущие колеса. Это избавляет от необходимости в коробке передач и сцеплении. Для подзарядки аккумулятора также используется рекуперативное торможение. Свое название схема

получила потому, что поток мощности поступает на ведущие колеса, проходя ряд последовательных преобразований. От механической энергии, вырабатываемой ДВС в электрическую, вырабатываемую генератором, и опять в механическую. Наиболее эффективна последовательная схема при движении в режиме частых остановок, торможений и ускорений, движении на низкой скорости, т.е. в городе. Поэтому используют ее в городских автобусах и других видах городского транспорта. По такому принципу работают также большие карьерные самосвалы, где необходимо передать большой крутящий момент на колеса, и не требуются высокие скорости движения.

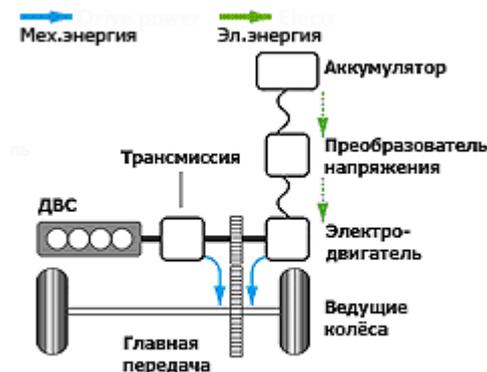


Рисунок 1 – Последовательная схема подключения ДВС и электродвигателя.

Параллельная: Здесь ведущие колеса приводятся в движение и ДВС, и электродвигателем (который должен быть обратимым, т.е. может работать в качестве генератора). Для их согласованной параллельной работы используется компьютерное управление. При этом сохраняется необходимость в обычной трансмиссии, и двигателю приходится работать в неэффективных переходных режимах. Момент, поступающий от двух источников, распределяется в зависимости от условий движения: в переходных режимах (старт, ускорение) в помощь ДВС подключается электродвигатель, а в устоявшихся режимах и при торможении он работает как генератор, заряжая аккумулятор. Таким образом, в параллельных гибридах большую часть времени работает ДВС, а электродвигатель используется для помощи ему. Поэтому параллельные гибриды могут использовать меньшую аккумуляторную батарею, по сравнению с последовательными. Так как ДВС непосредственно связан с колесами, то и потери мощности значительно меньше, чем в последовательном гибриде. Подобная конструкция достаточно проста, но ее недостатком является то, что обратимая машина параллельного гибрида не может одновременно приводить в движение колеса и заряжать батарею. Параллельные гибриды эффективны на шоссе, но малоэффективны в городе. Несмотря на простоту реализации этой схемы, она не позволяет значительно улучшить как экологические параметры, так и эффективность использования ДВС.

На рисунке 2 представлена параллельная схема подключения ДВС и электродвигателя.

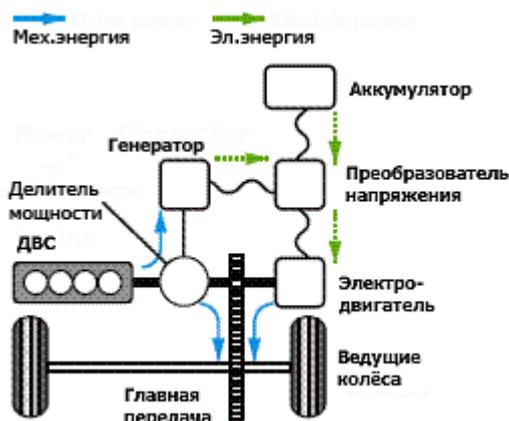


Рисунок 2 – Параллельная схема подключения ДВС и электродвигателя.

Последовательно – параллельная: Разработанная японскими инженерами система Hybrid Synergy Drive (HSD) объединяет в себе особенности двух предыдущих типов. В схему параллельного гибрида добавляется отдельный генератор и делитель мощности (планетарный механизм). В результате гибрид приобретает черты последовательного гибрида: автомобиль трогается и движется на малых скоростях только на электротяге. На высоких скоростях и при движении с постоянной скоростью подключается ДВС. При высоких нагрузках (ускорение, движение в гору и т.п.) электродвигатель дополнительно подпитывается от аккумулятора - т.е. гибрид работает как параллельный. Благодаря наличию отдельного генератора, заряжающего батарею, электродвигатель используется только для привода колес и при рекуперативном торможении. Планетарный механизм передает часть мощности ДВС на колеса, а остальную часть на генератор, который либо питает электродвигатель, либо заряжает батарею. Компьютерная система постоянно регулирует подачу мощности от обоих источников энергии для оптимальной эксплуатации при любых условиях движения. В этом типе гибрида большую часть времени работает электродвигатель, а ДВС используется только в наиболее эффективных режимах. Поэтому его мощность может быть ниже, чем в параллельном гибриде.

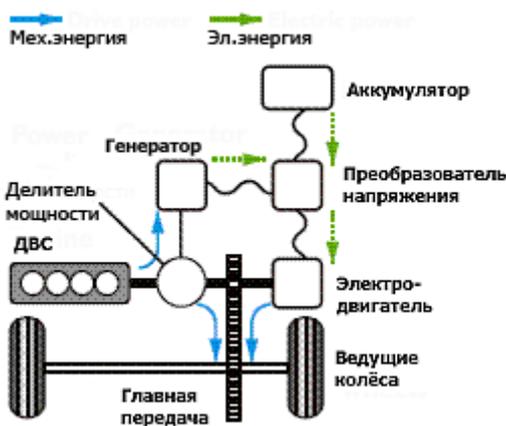


Рисунок 3 – Последовательно - параллельная схема подключения ДВС и электродвигателя.

Последовательная схема	Параллельная схема	Последовательно - параллельная схема
<b>Достоинства</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) самая простая гибридная конфигурация</li> <li>2) нет коробки передач и сцепления</li> <li>3) рекуперативное торможение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) ЭД может работать в качестве генератора</li> <li>2) Меньшая АКБ по сравнению с последовательной схемой</li> <li>3) Потери мощности меньше, чем в последовательной схеме</li> <li>4) Схема достаточно проста</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) ДВС работает по циклу Аткинсона: снижаются насосные потери;</li> <li>2) На малых скоростях работает только ЭД</li> <li>3) Рекуперативное торможение</li> </ul>
<b>Недостатки</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) ЭД и батарея должны быть более мощными, чем ДВС, возрастает стоимость</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) необходима трансмиссия</li> <li>2) двигатель работает в неэффективных переходных режимах</li> <li>3) не может одновременно приводить в движение колеса и заряжать батарею</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) сложная схема</li> <li>2) более высокая стоимость компонентов;</li> <li>3) необходимость оснащения отдельным генератором;</li> <li>4) наличие массивного и габаритного батарейного блока;</li> <li>5) более сложная система компьютерного управления</li> </ul>

Таблица 1 – Сравнение различных схем подключения ДВС и ЭД

Электротранспорт приходит в нашу жизнь хотим мы этого или нет. В не таком уж далеком будущем из вашего города пропадут все АЗС. Воздух станет чище, а город тише. Однажды в очередной раз выйдя из дома вы попадете в совершенно другой мир. Это будет мир электрического транспорта.

Список литературы:

- 1) Гулиа Н. В. Инерционные аккумуляторы энергии. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. — С. 112-118. — 240 с. — ISBN; УДК 621.8.032.2-562.
- 2) Гулиа Н. В. Инерционные двигатели для автомобилей. — М.: Транспорт, 1974. — 64 с.
- 3) Гулиа Н. В. В поисках «энергетической капсулы». — М.: Детская литература, 1984. — 144 с: ил. — ISBN; ББК 31 Г 94.
- 4) Evaluation of the 2010 Toyota Prius Hybrid Synergy Drive System
- 5) Характеристики ё-мобилей. Официальный блог «Ё-авто». (14 декабря 2010 года)
- 6) Жук А.З., Клейменов Б.В., Фортов В.Е., Шейндлин А.Е. Электромобиль на алюминиевом топливе. — М: Наука, 2012. — 171 с. — ISBN 978-5-02-037984-8
- 7) Электротранспорт - <http://swel-energy.com/elektrotransport.html>
- 8) Электромобиль – преимущества, недостатки, перспективы - [http://innoeco.ru/postsView/Elektromobil-preimucshestva\\_nedostatki\\_perspektivy\\_35.html](http://innoeco.ru/postsView/Elektromobil-preimucshestva_nedostatki_perspektivy_35.html)
- 9) Гибридная силовая установка электромобиля - <http://www.studiplom.ru/Technology-DVS/hybrid.html>