

Двадненко Владимир Яковлевич, д.т.н., с.н.с., Харьковський національний автомобільно-дорожній університет, dvadnenkovvladimir@gmail.com,
Пушкарь Олег Борисович, аспірант, Харьковський національний автомобільно-дорожній університет

СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ГИБРИДНОГО АВТОМОБИЛЯ

Снижение расхода топлива и уменьшение вредных выбросов является актуальной задачей как для производителей, так и для владельцев автомобилей. Эффективным решением этих проблем представляется повсеместный переход на электромобили. Но есть много причин, не позволяющих быстро это сделать. Это малый пробег без подзарядки тягового аккумулятора, длительное время зарядки, неразвитая инфраструктура зарядных станций. Электромобиль в настоящее время имеет высокую стоимость, прежде всего из-за аккумулятора с высокой энергетической емкостью. Кроме того, для зарядки большого количества электромобилей потребуется существенно увеличить мощности электростанций и электрических сетей.

В современных условиях более приемлемым частичным решением данной проблемы является использование гибридных автомобилей, которые не имеют недостатков электромобилей [1]. Гибридные автомобили имеют более высокую стоимость чем автомобили, которые имеют только ДВС и поэтому применение гибридных автомобилей не всегда является экономически целесообразным. Более эффективно решают проблемы экономии топлива и экологии подзаряжаемые гибридные автомобили, сочетающие лучшие качества электромобилей и автомобилей с ДВС [2], но они имеют более емкие тяговые батареи и поэтому эти автомобили дороже и тяжелее гибридных автомобилей без внешней подзарядки.

Учитывая вышесказанное, считаем, что снижение стоимости гибридного автомобиля является актуальной задачей. В работе предложен алгоритм работы двигателей гибридного автомобиля с внешней подзарядкой, позволяющий снизить его стоимость при достаточно хороших экономических и экологических показателях автомобиля.

Очевидным путем снижения стоимости, а также уменьшения веса и габаритов элементов тягового электропривода является снижение мощности электродвигателя, что в свою очередь позволит уменьшить потребляемый ток и, следовательно, энергетическую емкость ТАБ. Кроме того снижение веса улучшит динамику автомобиля и снизит расход энергоресурсов. Однако такое решение требует теоретического обоснования как уровня мощности электродвигателя, так и энергетической емкости ТАБ [5]. Также требуется и экспериментальная проверка расчетных значений. Поскольку гибридный автомобиль имеет ДВС и тяговый электропривод, требуется для обеспечения возможности снижения мощности тягового электропривода разработать новый алгоритм, описывающий в каких условиях движения следует использовать ДВС и в каких электропривод. Такой алгоритм, естественно будет отличаться от алгоритма, обычно применяемого в гибридных автомобилях. Также он будет

отличаться и от алгоритма, применяемого в автомобилях с системой старт-стоп, которые иногда называют микрогибридными автомобилями.

Прежде чем перейти к предлагаемому нами алгоритму, рассмотрим за счет чего собираемся уменьшить энергопотребление и, следовательно, стоимость километра пробега, а также снизить вредные выбросы. Для этого будем использовать два источника энергии: углеводородное топливо и электрическую сеть переменного тока (подзаряжаемый гибрид) [2]. Такой выбор сделан потому, что километр пробега на энергии из электрической сети в несколько раз дешевле, чем километр пути, пройденный на углеводородном топливе. Кроме того, будем использовать кинетическую и потенциальную энергии движущегося автомобиля, как путем рекуперации, так и непосредственно для движения автомобиля, с минимальными потерями без преобразования их в другие виды энергии.

В предлагаемом автомобиле в гибридном режиме для минимизации мощности тягового электропривода все режимы работы ДВС с высоким удельным расходом топлива заменены на движение только с электроприводом. К этим режимам ДВС относятся холостой ход (который для электродвигателя не нужен); медленное движение на низких передачах (например, в заторах), когда малы как скорости, так и ускорения; равномерное движение с относительно невысокой скоростью (50-60 км/ч) по асфальтированной дороге без заметного подъема.

Двигатели современных автомобилей, как ДВС, так и электрические, если они используются для набора скорости, должны обладать большой мощностью, чтобы автомобиль не выпадал из транспортного потока. Следовательно, тяговые электродвигатели современных гибридных автомобилей имеют сравнительно большую мощность, т.к. начало движения происходит на электродвигателе. В предлагаемом автомобиле энергичный набор скорости производится на ДВС с ручным или автоматическим переключением передач. В случаях, когда не требуются большие ускорения, начинать движение можно и на маломощном электроприводе. При движении в городских условиях, когда максимальная скорость ограничена (50-60 км/ч) в предлагаемом автомобиле движение начинается с автоматического запуска ДВС системой старт-стоп, затем, на ДВС, с переключением передач, набирают скорость 40-50 км/ч, рычаг коробки передач устанавливают в нейтральное положение, затем автоматически ДВС останавливается и происходит переход на движение с помощью электропривода. Перед остановкой, например, у светофора, производится служебное рекуперативное торможение, когда водитель отводит педаль тормоза от упора, срабатывает стоп-сигнал и вместе с ним начинается служебное торможение. Тормозные колодки при этом еще не касаются дисков, но, когда потребуется окончательно остановить автомобиль, водитель усиливает нажатие на педаль тормоза и штатная тормозная система останавливает автомобиль.

При необходимости движения автомобиля со скоростью превышающую 60 км/ч, водитель включает соответствующую передачу и далее происходит автоматический запуск ДВС без стартера от кинетической энергии

движущегося автомобиля [2], и далее, как обычно происходит движение с помощью ДВС. Относительно небольшая емкость ТАБ такого гибридного автомобиля позволяет достаточно быстро заряжать его от обычной бытовой сети и обуславливает небольшую потребляемую при зарядке мощность. Эта мощность не превышает допустимую мощность практически любой розетки бытовой сети.

Поскольку автомобиль способен ездить не только в гибридном режиме, но и на бензине, то нет проблем с дальностью пробега. Этому способствует также то обстоятельство, что применены относительно легкие ТАБ и электродвигатель, следовательно, масса автомобиля по сравнению с обычным автомобилем увеличивается незначительно, соответственно это также способствует сравнительно малому расходу топлива в режиме движения на ДВС и малому расходу электроэнергии в режиме движения на электроприводе. В отличие от традиционного подзаряжаемого гибридного автомобиля, ДВС предлагаемого автомобиля работает при наборе скорости, поэтому у него лучше тепловой режим и лучше работает обогрев салона. Расчет гибридного автомобиля с предложенным алгоритмом рассмотрен аналогично тому, как это сделано в работах [3-5]. Экспериментальные исследования проведенные на подзаряжаемом гибридном автомобиле на основе автомобиля Ланос-пикап показали хорошее соответствие экспериментальных результатов с расчетными.

Разработанный алгоритм работы двигателей гибридного автомобиля, позволяет снизить его стоимость при хороших экономических и экологических показателях автомобиля. Данный алгоритм работы позволит также снизить время зарядки, улучшить тепловой режим ДВС и снизить не только стоимость, но и вес гибридного автомобиля. Полученные теоретические и экспериментальные результаты имеют практическое значение для транспортной отрасли.

Литература

1. Гібридні автомобілі / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, А.В. Гнатов, А.В. Колесніков; під. ред. О.В. Бажинова. – Харків: ХНАДУ, 2008. – 327 с.
2. Ник Гиббс. Плагин-гибриды будут преобладать среди автомобилей с электрифицированным приводом в Европе / Ник Гиббс // Automotive News Europe // Журнал Автомобильных Инженеров. – 2015. – № 6 (95). – С. 20–21
3. Dvadnenko V. Hybrid Vehicle Control System / В.Я. Двадненко // Автомобильный транспорт: сб. науч. тр. – 2016.– Вып. 38. – С.149–154
4. Бажинов О.В. Конверсія легкового автомобіля в гібридній: монографія / О.В. Бажинов, В.Я. Двадненко, Х. Мауш. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 200 с 5.
5. Двадненко В.Я., Математическая модель конверсионного гибридного автомобиля в режиме электропривода. // Вестник ХНАДУ. – 2016 – Выпуск 72 - С. 41 - 48.