

АВТОМОБИЛЬ С КОМБИНИРОВАННОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКОЙ, РАБОТАЮЩЕЙ НА ВОДОРОДЕ

Ипатов А.А., Алешин С.В., Лежнев Л.Ю., Хрипач Н.А.*

Государственный научный центр Российской Федерации
Федеральное Государственное унитарное предприятие «Центральный ордена Трудового
Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт
«НАМИ»

ул. Автомоторная 2, Москва, 125438 Россия

* Факс: +7 (095) 456 70 97 E-mail: khripachna@yandex.ru

Введение

Истощение природных энергетических ресурсов, постоянный рост цен на нефтяное топливо, глобальное загрязнение окружающей среды, в большей мере связанное с неконтролируемым ростом мирового автомобильного парка, ужесточение экологических норм на выбросы вредных веществ автотранспортом, делает актуальной задачу создания экологически безопасных с минимальным расходом топлива энергоустановок для автотранспортных средств.

Результаты и обсуждение

Наиболее перспективным направлением снижения токсичности и расхода топлива признано использование в качестве энергоустановки электрохимических генераторов (ЭХГ) на базе топливных элементов, а в качестве топлива - водород. Продукты сгорания водорода в ЭХГ не содержат вредных компонентов. КПД ЭХГ выше, чем у традиционных энергоустановок.

На сегодняшний день, широкому применению топливных элементов на автотранспорте препятствуют два основных фактора. Это – высокая стоимость, и ограниченный запас хода автомобиля.

Рассмотрим проблему стоимости. Ясно, что стоимость ЭХГ определяется стоимостью производства, часть которой составляет стоимость материалов – драгметаллов.

Маловероятно, что при массовом производстве эта стоимость будет уменьшена. Поэтому здесь рассматривается другой путь уменьшения стоимости ЭХГ. Это уменьшение его размеров, которое может быть достигнуто снижением мощности этого элемента.

Недостаточный запас хода обусловлен отсутствием достаточно энергоемких систем хранения на борту автомобиля. Отчасти эта проблема решается применением топливных процессоров, обеспечивающих получение водорода прямо на борту автомобиля. Но такие системы имеют достаточно большую тепловую инерцию. Для обеспечения приемлемой динамики транспортного средства потребуется промежуточный буфер аккумулирования энергии.

Возможны два варианта буфера – водородный или электрический. Второй вариант проще и безопаснее. Наличие буферного накопителя электроэнергии переводит данную энергоустановку в разряд комбинированных энергоустановок. При расчете комбинированных энергоустановок важным вопросом является разработка алгоритма управления её агрегатами. Из тягового расчета автомобиля ЗИЛ «Бычок» видно, что для движения по ездовому циклу Правил № 83 ЕЭК ООН энергоустановка должна обеспечивать мощность до 100 кВт. При этом средняя мощность по циклу составляет 20 кВт (рис).

Лучшим вариантом было бы обеспечение работы ЭХГ на мощности равной средней мощностью по циклу, а для недостающей или избыточной энергии для движения использовать буферные накопители электроэнергии.

В этом случае появляется возможность снизить мощность ЭХГ в пять раз и обеспечить работу топливного процессора на стационарном и наиболее эффективном его режиме. Емкость буферных накопителей в данном случае должна быть не менее 2,6 кВт·ч.

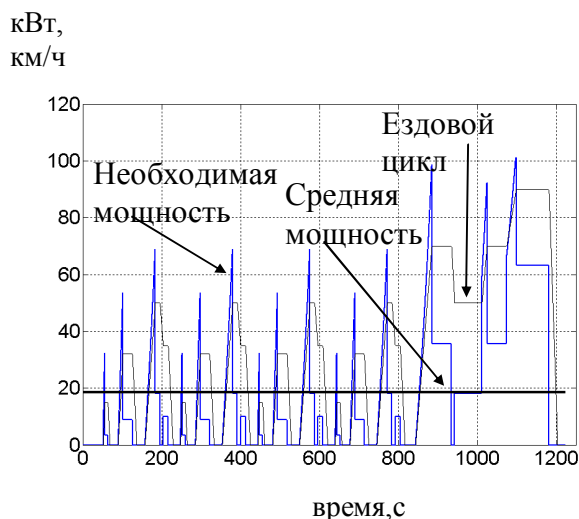


Рис. Зависимость мощности необходимой для движения транспортного средства от скорости при движении по ездовому циклу

Такая схема оптимальна для случаев движения транспортного средства по заранее известному маршруту движения, то есть, когда заранее можно вычислить среднюю мощность для движения. В случае неравенства средней мощности для движения мощности ЭХГ, через определенный интервал времени может наступить либо полный разряд накопителя, либо его перезаряд, который повлечет перевод ЭХГ на режим холостого хода, что крайне нежелательно.

Для общего случая движения транспортного средства, в качестве которого рассматривается нестационарный случайный процесс, был разработан алгоритм управления энергоустановкой, который позволяет поддерживать степень заряженности буферного накопителя энергии на максимально возможном уровне при минимизации вероятности перевода ЭХГ на холостой ход и минимизации вероятности полного разряда накопителя. Кроме этого, алгоритм

обеспечивает плавное изменение мощности ЭХГ при питании его от топливного процессора с тепловой инерцией.

При разработке стратегии управления энергопотоками был использован программно математический пакет Matlab/Simulink.

Выводы

Таким образом, применение комбинированной энергетической установки для обеспечения работы ЭХГ на базе топливных элементов и разработанных алгоритмов управления агрегатами КЭУ обеспечивает:

- уменьшение максимальной мощности ЭХГ в 2 – 3 раза, что приводит к соответствующему снижению стоимости энергоустановки;
- минимизацию емкости буферного накопителя электроэнергии;
- возможность использования инерционных топливных процессоров для питания водородом ЭХГ.

Литература

1. V. F. Kamenev, N. A. Khripach, G. S. Kornilov A Hybride Vehicle with a Hydrogen Fuelled Power Installation // ISJAEE #2, 2004, Russia, Sarov.
2. L. Lezhnev, I. Minkin Hybrid electric vehicles./ Automotive industry. 2003, p. 11-12.
3. L. Lezhnev, J. Buckland, I. Kolmanovsky. Boosted Gasoline Direct Injection Engines: Comparison of Throttle and VGT Controllers for Homogeneous Charge Operation. / SAE Technical Paper № 2002-01-0709, 2002 г.
4. Kamenev V.F., Khripach N.A. Future trends hydrogen energy of automotive vehicles / Proceedings of the Fourth International Conference "HTM-2004", Ukraine, Donetsk – 2004.