

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГИБРИДНОГО И ВОДОРОДНОГО ДВИГАТЕЛЕЙ

**Прокопович М.А.**

*(Национальный горный университет, г. Днепрпетровск, Украина)*

Поиск двигателей, работающих на альтернативных источниках энергии, становится все более и более актуальным, так как экологическая ситуация во всем мире и в Украине с каждым годом ухудшается, а цены на нефть растут. Американский институт нефти прогнозирует, что 95% доступных источников нефти в мире будут исчерпаны в ближайшие 56 лет, оставшиеся 5% иссякнут через 88 лет. Таким образом, человечеству дано максимум 30...50 лет, чтобы найти замену традиционной нефти.

Перспективными проектами являются гибридные двигатели и двигатели, работающие на водороде. Основные задачи, стоящие за разработкой данных типов двигателей - уменьшение количества вредных выбросов в атмосферу и снижение расхода топлива.

Но, все же, какой из двигателей является более перспективным и стоящим инвестиций? Для решения этой задачи сравним конструкцию и характеристики гибридной силовой установки Lexus RX400h и двигателя BMW Hydrogen 7, работающего на водороде.

Система гибридной силовой установки позволяет снизить выброс сажи и углеводородов на 90%, оксидов азота - на 50%. В свою очередь водородный двигатель практически не имеет вредных выбросов (выброс CO<sub>2</sub>EC 5 г/км). В этом параметре явным лидером, конечно, является водородный двигатель.

3,3-литровый мотор RX400h потребляет приблизительно 5—8 л на 100 км, а 6-литровый двигатель BMW Hydrogen 7 в среднем 13,9 л на 100 км при работе на бензине и 3,6 кг/100 км (бензиновый эквивалент 13,3 литра) при работе на H<sub>2</sub>. Так как водород можно производить из воды путем электролиза или получать его из попутного нефтяного газа, то, в любом случае, это топливо будет стоить пока значительно больше, чем бензин. Поэтому гибридный двигатель в эксплуатации будет значительно дешевле, чем водородный.

Гибридный двигатель Lexus RX400h соответствует нормам Евро-4 и позволяет ему разогнаться «до сотни» за 7,6 с. Двигатель BMW Hydrogen 7 так же соответствует нормам Евро-4, но на разгон до 100 км/ч с места данный автомобиль затрачивает 9,5 секунд.

Теперь рассмотрим конструкции гибридной силовой установки Lexus RX400h и двигателя BMW Hydrogen 7.

Гибридная силовая установка Lexus RX400h - это система, состоящая из усовершенствованного электромотора-генератора переменного тока с максимальной мощностью 200 кВт (270 л.с.), рабочим напряжением 650 В и напряжением батареи 288 В, соединенного с бензиновым 3.3 л двигателем V6, мощностью более 150 кВт (204 л.с.). Сложная компьютерная система осуществляет непрерывное изменение забора воздуха в целях обеспечения оптимальных условий работы двигателя. Это не только обеспечивает двигателю дополнительную мощность, но и способствует значительной экономии топлива и уменьшению выбросов выхлопных газов.

Для обеспечения энергией электромоторов и электрических систем автомобиля, которые являются устройствами переменного тока, гибридная силовая установка использует в своей работе высокопроизводительную никель-металлогидридную батарею. Распределение энергии находится под контролем в целях обеспечения максимальной эффективности. При трогании с места и движении на малых скоростях используются только электромоторы, что повышает КПД установки. При нормальном режиме

движения двигатель и электромотор работают вместе; мощность двигателя делится между колесами и электрогенератором, который приводит в движение электромотор. При необходимости генератор осуществляет зарядку батареи, отдавая ей излишки энергии. Так же используется рекуперативная тормозная система: при торможении генератор используется для замедления движения автомобиля, при этом он вырабатывает электроэнергию, которая заряжает аккумуляторные батареи.

Водородный двигатель BMW Hydrogen 7 представляет собой бивалентный водородный силовой агрегат, основой для которого послужил стандартный бензиновый двигатель от BMW 7-й серии: 12-цилиндров, рабочий объем 6.0 л, система VALVETRONIC. Он может практически без выброса вредных веществ в атмосферу потреблять водород, а также работать на бензине как обычный двигатель внутреннего сгорания.

Бивалентный двигатель V12 развивает мощность 191 кВт (260 л.с.) и максимальный крутящий момент 390 Нм при 4 300 об/мин<sup>-1</sup>. Максимальная скорость ограничена электроникой на отметке 230 км/ч. Запас хода BMW Hydrogen 7 при эксплуатации на водороде составляет более 200 км, еще 500 км автомобиль может проехать на бензине. Водородный бак BMW Hydrogen 7 вмещает около 8 кг сжиженного газа, отдельный бензиновый бак имеет объем 74 л.

Характеристики горения водорода и бензина или дизельного топлива значительно отличаются друг от друга. Водород сгорает быстрее бензина. Различные характеристики горения обоих видов топлива компенсируются с помощью специальных функций системы управления бивалентного двигателя внутреннего сгорания. Система управления нагрузкой без использования дроссельной заслонки VALVETRONIC и система управления распредвалами Double-VANOS являются идеальными инструментами для гибкого управления бивалентным двигателем V12. Данные системы позволяют точно настраивать газообмен и ритм работы клапанов в соответствии с характеристиками водородо-воздушной смеси. Система VALVETRONIC регулирует продолжительность и ход передвижения клапанов. Электроприводной эксцентриковый вал с помощью рычага между распредвалом и впускными клапанами цилиндров преобразует поднятие кулачков в движение клапанов с повышающим или понижающим коэффициентом. Система VANOS позволяет посредством гидравлического регулировочного механизма изменять начало и конец открытия клапанов.

Из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Преимуществом водородной технологии является использование, как бензина, так и водородного топлива. Но из-за цены на водородное топливо и отсутствия сетей заправочных станций на данном этапе развития более перспективной является гибридная силовая установка.
2. Преимущества гибридной силовой установки заключаются в низком расходе топлива и низком уровне загрязнения окружающей среды при прекрасных динамических характеристиках, что очень актуально при нынешних ценах на нефть.
3. Динамические показатели и расход топлива у гибридной силовой установки лучше, чем у водородного двигателя.
4. В ближайшее время более перспективной является гибридная силовая установка, но водородный двигатель будет иметь перспективу в будущем, когда окончательно иссякнут запасы нефти на планете.

### **Перечень ссылок**

1. <http://www.biauto.ru/gibrsil.shtml> (дата обращения: 21.03.2010)
2. <http://auto.potrebitel.ru/data/11/48/p20.shtml> (дата обращения: 21.03.2010)
3. <http://n-t.ru/tp/ie/vn.htm> (дата обращения: 7.04.2010)
4. <http://domkrat59.narod.ru/articles/hydro.htm> (дата обращения: 7.04.2010)
5. <http://bmwnews.ru/news38546.html> (дата обращения: 7.04.2010)