

## СТРАТЕГИЧЕСКОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ СИЛОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК АВТОМОБИЛЕЙ

**Н.В. Лобов, И.А. Коновалов, А.Д. Вальнев**

Пермский государственный технический университет

*Снижение выбросов CO<sub>2</sub> в выхлопных газах автомобильных двигателей – основное приоритетное направление развития их конструкции в будущем. В качестве инструмента на данном этапе развития техники предлагается использовать гибридные силовые приводы. Материал подготовлен на основании анализа трудов 10-го Международного Штутгартского симпозиума, посвященного дальнейшему развитию автомобильной и моторной техники.*

16–17 марта 2010 г. в г. Штутгарте (Германия) состоялся 10-й Международный Штутгартский симпозиум, посвященный дальнейшему развитию автомобильной и моторной техники. На симпозиум собрались ведущие европейские представители автомобильной промышленности. Это такие фирмы, как «Даймлер» и «Порш», «Фольксваген» и «БМВ», «Бош» и «Мале», «Риккардо» и «Магна Штоер». Симпозиум прошел при информационной поддержке ведущих специализированных журналов ATZ, MTZ. Всего в конференции приняло участие около 300 человек. Организатором симпозиума был научно-исследовательский институт автомобильной техники технического университета г. Штутгарт Forschungsinstitut fuer Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS).

Основным девизом, под которым проходил симпозиум, был призыв к снижению выбросов CO<sub>2</sub> в выхлопных газах автомобильных двигателей. Рассмотрению данной проблемы была посвящена работа отдельной секции – «гибриды». Краткий обзор работы этой секции составляют основу данной статьи.

Работа секции была открыта обстоятельным докладом профессора Л. Микулика (Leopold Mikulic) руководителя программы развития двигателей легковых автомобилей фирмы «Даймлер» [1]. Его доклад определил основное стратегическое направление дальнейшего развития двигателей автомобилей семейства «Мерседес-Бенц» (рис. 1). Тренд развития фирмы таков. Это движение от выпускаемых в настоящее

время достаточно «дружественных» к природе бензиновых двигателей с непосредственным впрыском топлива в цилиндр CGI, дизель BlueTEC и т.д. через их непосредственную гибридизацию (пилотные: SL400 HYBRID, ML450 HYBRID и т.д.) к выпуску безвредных с позиции экологии автомобилей, использующих водородные топливные элементы, аккумуляторные батареи и электрический привод. Образцы гибридов были представлены фирмой «Даймлер» в выставочном павильоне.

Доклад профессора Р. Менне (Rudolf J. Menne) представителя фирмы RJM Consulting [2], позволил взглянуть на проблему снижения CO<sub>2</sub> с точки зрения достигаемого эффекта в снижении выбросов от вложенных средств.



Рис. 1. Концепция развития двигателей автомобилей семейства «Мерседес-Бенц» [1]

Если гибридные силовые установки, согласно классификации докладчика, разбить на подгруппы с различной долей электросиловой части от минимального ее включения до максимального, то можно выделить следующие группы: микрогибрид (Micro Hybrid), гибрид среднего класса (Mild Hybrid), полный гибрид (Full Hybrid) и Plug-in Hybrid, что можно рассматривать как «абсолютный» гибрид.

На рис. 2 представлена степень эффективности решения задачи по снижению выбросов CO<sub>2</sub> в зависимости от стоимости различной степени «гибридизации».

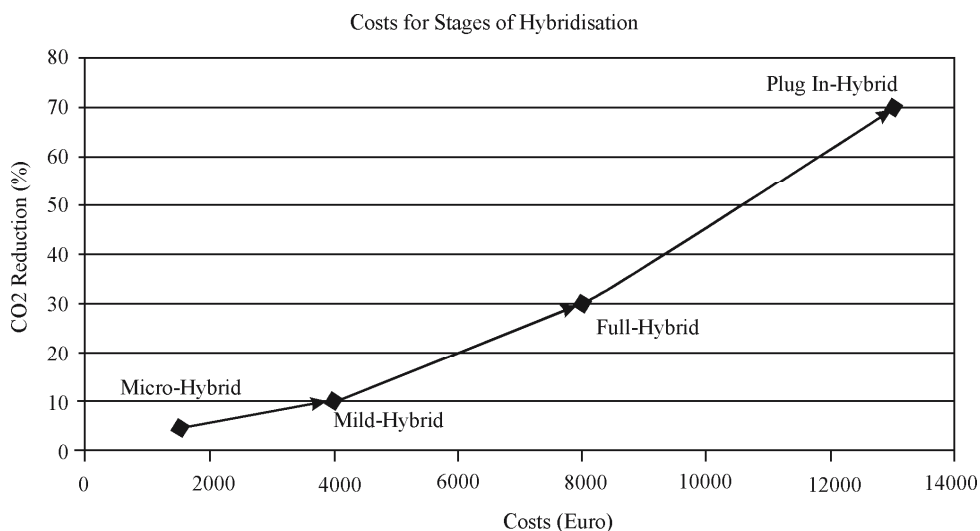


Рис. 2. Степень снижения выбросов CO<sub>2</sub> в зависимости от стоимости различной степени «гибридизации» [2]

Как следует из рис. 2, наивысший эффект по снижению выбросов CO<sub>2</sub> достигается в случае «абсолютной» гибридизации при максимально высокой стоимости проекта. На основании этого профессор Р. Менне предсказывает различные сценарии развития конструкции перспективных легковых автомобилей: сценарий развития класса A/B, класса C и класса E. Естественно, наиболее емкие в финансовом плане варианты решения проблемы снижения выбросов CO<sub>2</sub> будут реализованы на автомобилях бизнес-класса. Такой подход не является новинкой. Так, например, фирма «Даймлер» на серийно выпускаемых автомобилях «Мерседес-Бенц» применяет двухступенчатый наддув двигателя и технологии «старт-стоп», использует гибридные технологии в автомобилях S400 и ML450.

Представляет практический интерес подход фирмы «БМВ» [3] в части определения режимов работы поршневого двигателя и продолжительности работы электрического привода гибрида при воспроизведении Европейского ездового цикла (рис. 3).

При этом для обеспечения нормативов EURO 5 решалась не прямая задача, заключающаяся в доводке двигателя и определении достигнутого уровня снижения выбросов CO<sub>2</sub>, а обратная. На основании Европейского ездового цикла вводились ограничения на использование поршневого двигателя и определялись конструктивные мероприятия,

призванные компенсировать образовавшийся провал в поставке энергетического потока, как правило, за счет использования электрической энергии. Таким образом, были выделены следующие режимы: покоя (автомобиль неподвижен), движения за счет электрического мотора и поршневого двигателя и движения накатом (регенерация энергии). С учетом продолжающегося ужесточения требований EURO продолжительность работы поршневого двигателя уменьшилась. Так, например, при скорости движения автомобиля от 20 до 50 км/ч преимущественно работает электрический двигатель. Он же работает на неблагоприятном для поршневого двигателя режиме набора оборотов. В режиме покоя реализуется обязательная для теплового двигателя технология «старт-стоп», при движении накатом он не используется. Происходит зарядка аккумуляторных батарей. Именно такой алгоритм работы гибрида был заложен в автомобиль фирмы BMW X6 ActiveHybrid.

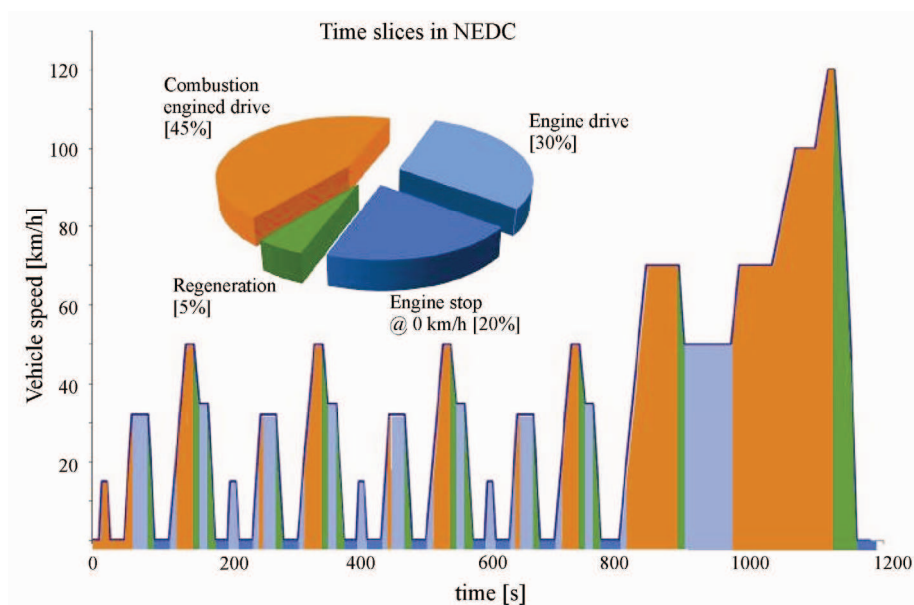


Рис. 3. Предлагаемый режим работы гибридной силовой установки при реализации Европейского ездового цикла [3]: 45 % – работа ДВС; 30 % – работа электромотора; 20 % – ДВС в режиме стоп; 5 % – режим регенерации

По мнению Д. Гаглиарди (David Gagliardi) [4], представителя фирмы «Риккардо» (Германия), дальнейшей стратегией по снижению выбросов CO<sub>2</sub> в мировом масштабе является также увеличение продолжительности работы электрического двигателя в составе гибрида. Так, в таблице для шага 2 (гибриды среднего класса Mild Hybrid) мощ-

ность поршневого двигателя примерно в 2–2,5 раза превышает мощность электрического двигателя.

### **Прогноз снижения выбросов CO<sub>2</sub> в зависимости от степени «гибридизации» [4]**

Step	Known T2W CO <sub>2</sub>	Demonstrated in (models)	Improvements Applied	Predicted T2W CO <sub>2</sub>
0 (Baseline)	199 g/km	Production vehicles	None	199 g/km
1 (Stop Start)	99 g/km	VW Golf Blue Motion	Described above	99 g/km
2 (Mild Hyb)	104 g/km	i-MoGen (2002)	As above, plus 4 to 3 cyl, higher electrical effy's, 5% weight red'n, +4yrs more unspecified improvement	104 g/km
3 (Full Hyb)	90 g/km		As above plus further 5% weight red'n, further electrical effy and further 3yrs unspec' improvement	90 g/km
4 (Plug-In)	Tehnology as Steo 3 with no further improvement, extend battery			
5 (Fuel Cell)	Based on new Mercedes B-Klasse F-Cell [11] (0,87 kgH2/100km), corrected to C-segment body and 20% weight/drag reduction gives circa 0,75 kgH2/100km			

Для шага 3 это отношение уже обратное. Мощность электродвигателя выше мощности поршневого двигателя. Шаг 4 означает эпоху создания электромобиля и практически полный отказ от поршневых двигателей. Временной интервал перехода от шага 2 к шагу 3 и далее будет определяться уровнем развития аккумуляторных батарей на литий-ионной основе.

Существенно расширить ресурсный пробег от заправки к заправке позволит использование водородных технологий на базе топливных элементов, шаг 5. Об итогах опытно-конструкторской работы по созданию именно такого автомобиля был сделан доклад представителями

института топливных элементов высшей технической школы г. Эсс-линга (IBZ Fuel Cell Institute) (рис. 4) [5].

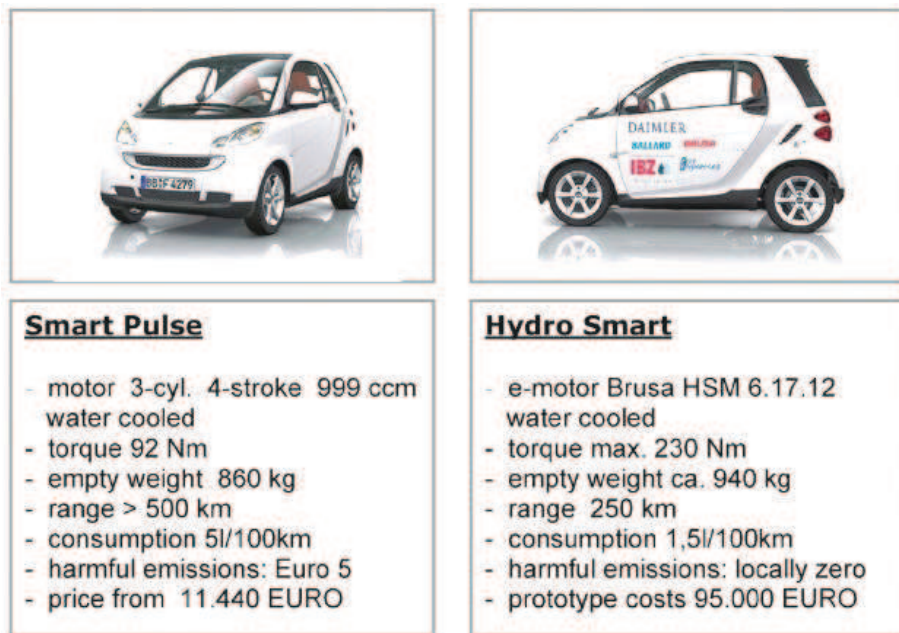


Рис. 4. Сравнение технических параметров серийного и опытного образца автомобиля Smart [5]

Представленный в выставочном павильоне опытный образец Hydro Smart вызвал неподдельный интерес у участников симпозиума. Однако, по общему мнению, он является пока очень дорогим удовольствием.

*Выводы.* Представленный в настоящей статье обзор материалов 10-го Международного Штутгартского симпозиума убедительно демонстрирует следующую тенденцию развития моторной и автомобильной техники. В перспективе будет наблюдаться постепенный отказ от использования углеводородных топлив и движение по развитию силовых установок автомобиля, через гибридизацию, в сторону электромобиля. Безусловно, движение по такому тренду развития будет способствовать снижению выбросов CO<sub>2</sub>.

### Список литературы

1. Mikulic L., Hybridantriebe von Mercedes-Benz: Ein Beitrag zur nachhaltigen Mobilitaet // Automotive and Engine Technology: 10th Stuttgart International Symposium, Stuttgart. – 2010. – Vol. 1 – P. 1–23.

2. Menne R.J., Ein integrierter Ansatz als Schlüsselfunktion fuer zukuenftige Fahrzeug- und Antriebentwicklungstrends // Automotive and Engine Technology: 10th Stuttgart International Symposium, Stuttgart. – 2010. – Vol. 1. – P. 35–46.

3. Christ T., Lins F., Bohne W., Modellbasierte Regelungskonzepte fuer Hybridantriebsstraenge // Automotive and Engine Technology: 10th Stuttgart International Symposium, Stuttgart. – 2010. – Vol. 1. – P. 47–62.

4. Gagliardi D., Klein D., Strategieansaetze fuer die Herausforderung der weltweiten CO<sub>2</sub> – Reduktion // Automotive and Engine Technology: 10th Stuttgart International Symposium, Stuttgart. – 2010. – Vol. 1. – P. 63–78.

5. Ziegler M., Gabele H., Panik F., Hydro Smart – Elektro-Fahrzeug mit Brennstoffzellen-Range Extender// Automotive and Engine Technology: 10th Stuttgart International Symposium, Stuttgart. – 2010. – Vol. 1. – P. 79–94.

Получено 16.08.2010