

УДК 629.114.2-21

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ

*Р.Ю. Илимбетов, В.В. Попов*

В статье рассмотрены отрицательные воздействия на окружающую среду, а так же развитие гибридного автопарка в зарубежных странах и в России с перспективными возможностями развития гибридных грузовых автомобилей. Приведены примеры гибридных грузовиков, которые применяются в разных сферах деятельности, с их техническими характеристиками. Также смоделированы циклы движения автомобилей с последующим расходом топлива.

Ключевые слова: комбинированная энергетическая установка, выбросы, расход топлива.

В настоящее время усиливается отрицательное воздействие человеческой деятельности на окружающую среду, растет количество промышленных предприятий, электро- и теплостанций, а также транспортных средств [1].

Чтобы улучшить экологическую ситуацию, многие экономически развитые страны уделяют большое внимание развитию экологически чистых транспортных средств – гибридных автомобилей и электромобилей.

К настоящему времени наибольшее количество гибридных автомобилей реализовано в США: более 2 млн штук. Темпы роста продаж достигают 50 % в год от общего количества проданных автомобилей за год [2].

На **Европейском рынке продажи** гибридных автомобилей меньше чем в США, при этом динамика роста продаж составляет около 25 % в год [3].

Автомобильная промышленность Китая делает ставку на гибридные автомобили марки Bvd и Chery, их доля в общем объеме продаж в КНР мала: из 14,5 млн автомобилей, проданных в Китае в 2011 году, только 2713 – гибридные [2].

Массовые продажи гибридных автомобилей в **России** начались с 2005 года. В течение 2005–2015 гг. через дилерские центры было продано примерно 8,4 тыс. автомобилей. Одним из популярных в мире гибридных автомобилей с 2009 года является Toyota Prius. По итогам 2011 года их было продано более 400 шт.

Статистика всех проданных гибридных автомобилей в разрезе отдельных стран и по всему миру с прогнозом развития до 2015 года представлена на рис. 1 [2].

Анализ рис. 1 показывает, что темпы роста численности мирового автопарка гибридных автомобилей в количественном выражении увеличиваются: каждые 5 лет примерно на 3 млн шт. С учетом существующих тен-

денций на 2015 год автопарк гибридных автомобилей может достичь более 7 млн шт. При этом ежегодные продажи гибридов будут составлять около 10 % от общего числа всех продаваемых в мире автомобилей [2].

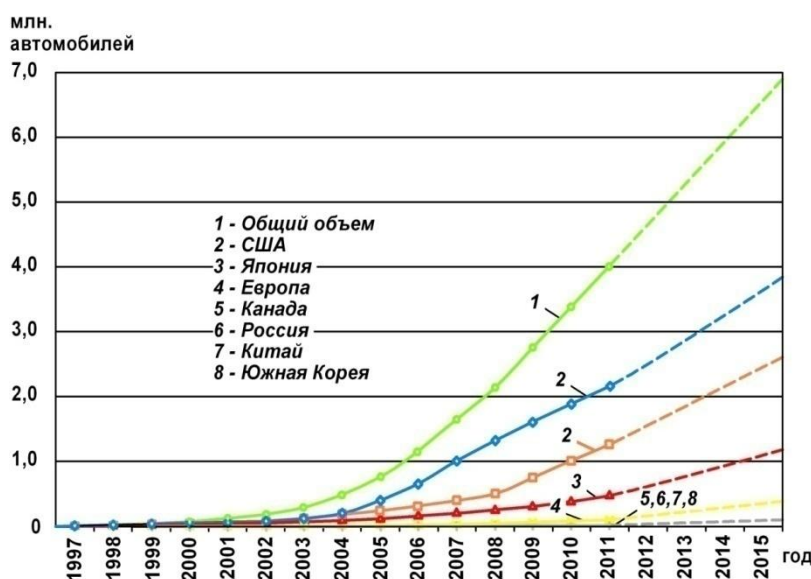


Рис. 1. Статистика продаж гибридных автомобилей всего по странам и всему миру с прогнозом развития до 2015 года

На рынке коммерческого транспорта России более 34 % продаж автомобилей приходится на легкий коммерческий транспорт рис. 2.

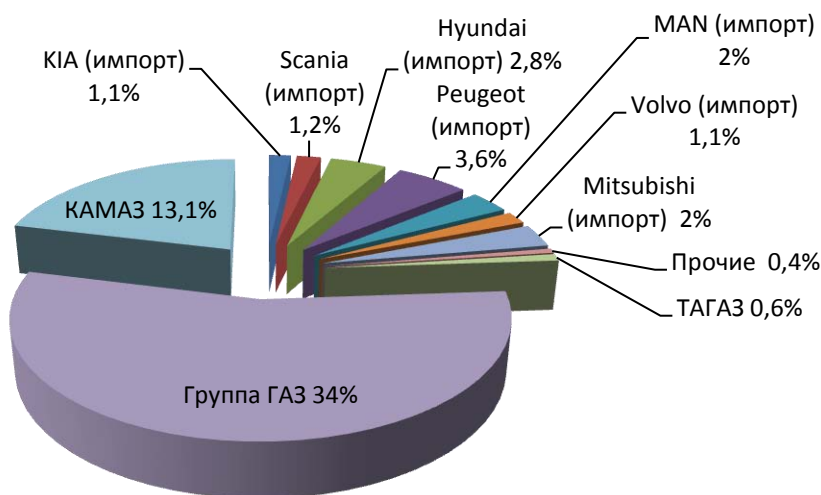


Рис. 2. Рынок коммерческого транспорта в России [3]

Из диаграммы рис. 2 видно, что на лидирующую позицию по продажам занимает группа ГАЗ, на втором месте – КАМАЗ. Учитывая данные обстоятельства, возникает необходимость наряду с классическими автомобилями разрабатывать и гибридные автомобили на базе «ГАЗель» и КАМАЗ.

Работы над проектом отечественного гибридного автомобиля ведутся на АвтоВАЗе с перспективными моделями автомобиля ВАЗ с ГСУ.

Долгое время грузовые автомобили оставались в стороне от гибридных технологий, дальше тестовых моделей дело не доходило. В настоящее время грузовые автомобили с гибридной силовой установкой (гибриды) приобретают все большую популярность. Рассмотрим гибридные грузовые модели зарубежных автопроизводителей.

### **Компания DAF**

В 2010 году были разработаны прототипы DAF LF45.160 hybrid в тесном сотрудничестве с Passar, голландским центром технических исследований TNO, компанией Leyland Truck Ltd., и компанией Eaton. Данная гибридная схема сокращает потребление топлива и снижает выбросы газов от 10 до 20 %. На рис. 3 показан гибридный грузовик компании DAF[4].



Рис. 3. Гибридный грузовик DAF LF45-160 Hybrid

В табл. 1 предоставлены основные технические параметры данного автомобиля.

Таблица 1

Технические параметры автомобиля DAF LF45-160 Hybrid [4]

№ п/п	Наименование параметров	Значение
1	Колесная формула	4x2
2	Полная масса, т	12
3	Дизельный двигатель	Passar FR118
4	Число цилиндров	4
5	Рабочий объем, л	4,5
6	Мощность, л.с.	160
7	Крутящий момент, Нм	600
8	Электродвигатель: мощность, кВт	44
9	Крутящий момент, Нм	420
10	Вес гибридного привода, кг	300

## Компания VolvoTrucks

VolvoTrucks выпустила первую опытную партию из 50 гибридных грузовиков Volvo FE Hybrid, которые были поставлены клиентам из разных стран Европы. Половина этого парка была изготовлена в комплектации коммунального автомобиля-мусоровоза. В гибридном решении данного автомобиля дизельный двигатель сочетается с электродвигателем, используемым при трогании и разгоне до 20 км/ч. На более высоких скоростях начинает работать дизельный двигатель. По расчетам, расход топлива сократился на 30 %, и на столько же снизились выбросы углекислого газа. Также одним из преимуществ является снижение уровня шума, что важно для мусоровозов, которые часто работают в городе ранним утром. На рис. 4 предоставлен гибридный мусоровоз компании Volvo.



Рис. 4. Гибридный мусоровоз Volvo FE Hybrid

Гибридная технология Volvo FE Hybrid под названием I-SAM включает следующие основные технические параметры, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2

Основные технические характеристики грузовика Volvo FE Hybrid [4]

№ п/п	Наименование параметров, ед.изм.	Значение
1	Колесная формула	6x2
2	Полная масса, т	26
3	Дизельный двигатель	D7F300 (Deutz)
4	Число цилиндров	6
5	Рабочий объем, л	7,2
6	Мощность, л.с.	300
7	Крутящий момент, Нм	1160
8	Электродвигатель: мощность, кВт	70 (макс.120)
9	Крутящий момент, Нм	800
10	Вес гибридного привода, кг	578

### **Компьютерное моделирование электромеханической трансмиссии в программе AVLcruise автомобиля КАМАЗ**

В настоящее время при проектировании автомобильного транспорта широко используется компьютерное моделирование, которое позволяет «заглянуть» в будущее возможных результатов проектируемых механизмов и машин.

Рынок современных программных продуктов для ЭВМ содержит большой ассортимент компьютерных программ, позволяющих моделировать процессы работы механизмов и машин. Согласно литературным источникам [5] для компьютерного моделирования электромеханической трансмиссии автомобилей, наиболее подходящей является программа AVLcruise.

Для моделирования в данной программе был выбран мусоровоз на базе шасси КАМАЗ 43255 – 1010А3с боковой загрузкой МКМ – 44108. На рис. 5 показан мусоровоз с боковой загрузкой МКМ – 44108.



Рис. 5. Мусоровоз с боковой загрузкой МКМ – 44108

В программе AVLcruise была собрана электромеханическая трансмиссия мусоровоза на базе шасси КАМАЗ 43255 – 1010А3 на различных видах топлива. На рисунке 6 представлена данная схема.

В табл.3 предоставлены исходные данные шасси КАМАЗ – 43255 используемые в программе AVLcruise, а так же расход топлива полученный в результате моделирования.



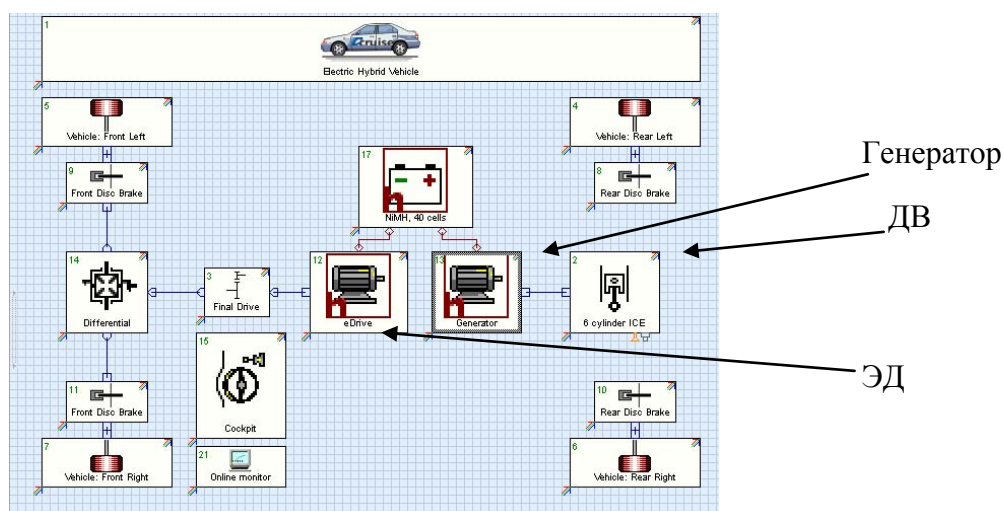


Рис. 6. Схема шасси КАМАЗ – 43255 собранная в программе AVLcruise

Таблица 3  
Технические параметры автомобиля КАМАЗ 43255 [6]

№ п/п	Наименование параметров, ед.изм.	Значения, используемые в программе AVLcruise		Исходные значения шасси Камаз 43255
1	Колесная формула	4x2	4x2	4x2
2	Снаряженная масса, т	8,15	8,15	7,15
3	Полная масса, т	14,3	14,3	14,3
4	Двигатель	CUMMINS 6 ISBe 210 (Евро-3)	CUMMINS 6 ISBe 210 (Евро-3)	CUMMINS 6 ISBe 210 (Евро-3)
5	Тип топлива	Дизель	Газ	Дизель
6	Тип электродвигателя	ОРИОН - 18-1-12	ОРИОН - 18-1-12	-----
7	Мощность, кВт	157,5	157,5	-----
8	Пусковой момент, Нм	2100	2100	-----
9	Номинальный момент, Нм	525	525	-----
10	Тип генератора	ОРИОН -18-1-13	ОРИОН -18-1-13	-----
11	Мощность, кВт	187,5	187,5	-----
12	Пусковой момент, Нм	2500	2500	-----
13	Номинальный момент, Нм	750	750	-----
14	Аккумуляторы: емкость, кВт·ч	2	2	-----
15	Напряжение, В	400	400	-----
16	Расход топлива: Загород, л/100 км Город + загород, л/100 км	15 17,4	14,8 15,6	----- 22

В результате моделирования при различных циклах движения автомобиля на базе шасси КАМАЗ 43255 с электромеханической трансмиссии расход топлива снизился в среднем на 25 % по сравнению с классической (ДВС) схемой автомобиля Камаз 43255. Это связано с тем, что благодаря движению транспортного средства наэлектрической тяги до 30 % от пройденного пути, двигатель внутреннего сгорания не используется, что приводит к уменьшению выбросов загрязняющих веществ (СО; СН; NO) в 2 и более раза, а так же снижается расход топлива.

Комбинирование газодизельной топливо - воздушной смесью позволяет дополнительно увеличить эффективность ДВС по экологическим параметрам (до 50 %).

#### Библиографический список

1. Щетина, В.А. Электромобиль: Техника и экономика / В.А. Щетина, Ю.А. Морговский, Б.И. Центнер, В.А. Богомазов; Под общ. ред. В.А. Щетины. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 253 с.
2. Раков, В.А. Развитие мирового автопарка гибридных автомобилей / В.А. Раков // Научно-практический журнал «Современная техника и технология». – URL: <http://technology.snauka.ru/2013/07/2136>.
3. Блохин, А.Н. Результаты исследования электромобиля на шасси «ГАЗель» / А.Н. Блохин, А.М. Грошев, Т.А. Козлова, А.Д. Яржемский, М.С. Серопян. – М.: Издатель ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». – Эл. № ФС 77 – 48211. – URL: <http://technomag.edu.ru/doc/499839.html>.
4. URL: [www.supervariator.com/zachem-nuzhen-supervariator-ili-statya-avtore-vyu-dizbat/](http://www.supervariator.com/zachem-nuzhen-supervariator-ili-statya-avtore-vyu-dizbat/).
5. Илимбетов, Р.Ю. Компьютерное моделирование процессов движения легкового автомобиля с последовательной комбинированной энергетической установкой / Р.Ю. Илимбетов, В.В. Попов, А.В. Баканов, И.В. Кирпичников // Вестник ЧГАА. – 2014. – Т. 70. – 71 с.
6. URL: [www.avtokrat.com/katalog-produkcii/avtomobili-kamaz/samosvaly/kamaz-43255/](http://www.avtokrat.com/katalog-produkcii/avtomobili-kamaz/samosvaly/kamaz-43255/)

[К содержанию](#)