

УДК 621.313

**РЕКУПЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ АВТОМОБИЛЯ
VEHICLE ENERGY RECOVERY**

С.В. Казловский, Г.Ю. Куликов

Научный руководитель – Г.А. Михальцевич, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь,

S. Kazlovskiy, G. Kylikov

Scientific adviser – G. Mikhaltsevich, senior lecturer

Belarusian National Technical University,

Minsk, Republic of Belarus

***Аннотация:** Гибридные и электромобили получили широкое распространение в странах Запада и США. В данный момент и на просторах СНГ они не являются редкостью. В связи с этим в данной статье мы рассмотрим развитие гибридных автомобилей и способы рекуперации энергии автомобиля.*

***Abstract:** Hybrid and electric vehicles have become widespread in Western countries and the United States. At the moment, and in the CIS, they are not uncommon. In this regard, in this article we will consider the development of hybrid cars and methods for recuperating the energy of a car.*

***Ключевые слова:** развитие электрификации автомобилей, системы рекуперации энергии.*

***Keywords:** development of car electrification, energy recovery systems.*

Введение

В современном мире автомобиль получил большое распространение в связи с его доступностью. Однако он имеет большие недостатки, связанные с выбросами в атмосферу продуктов горения топлива, низким коэффициентом полезного действия, до 50% для автомобилей с двигателем внутреннего сгорания. В последнее десятилетие стали получать большое распространение в странах Западной Европы и США автомобили с электрифицированным приводом ведущих колес, но он также имеет недостатки, такие как большая зависимость от инфраструктуры, большое время зарядки аккумуляторных батарей, меньший пробег до последующей зарядки по сравнению с дозаправкой автомобилей с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Эти недостатки привели к появлению автомобилей со следующими гибридными усовершенствованиями: электромотор может работать как устройство, повышающее тяговое усилие, ДВС может участвовать только как привод генератора для зарядки аккумуляторных батарей и, получившая большое распространение, схема с комбинированным подключением. В этом случае автомобиль может двигаться только на электротяге или используя только мощность ДВС, а также при их совместной работе.

Инженеры продолжили работы над повышением КПД автомобилей и разработали системы, которые позволили рекуперировать энергию автомобиля.

Основная часть

Суть работы рекуперации энергии торможения

При движении автомобиля, двигатель тратит много мощности на разгон и последующее движение с этой скоростью, однако реальность такова, что в связи с изменением дорожной обстановки автомобиль движется не с равномерной скоростью, что в свою очередь приводит к большим потерям энергии на его разгон и торможение. Так как торможение осуществляется в большинстве случаев с помощью фрикционных механизмов, то энергия тратится на износ фрикционных элементов механизма, а также в большей степени переводится в нагрев его элементов. С использованием электрического привода ведущих колес инженеры начали уменьшать потери энергии, переводя энергию торможения в электричество и последующее использование ее при разгоне автомобиля.

Первые исполнения серийных гибридных автомобилей с рекуперацией энергии торможения

Первые гибридные автомобили с рекуперацией энергии начали производиться в Японии, как модификация серийных переднеприводных автомобилей. В них устанавливался дополнительный редуктор со свободным дифференциалом, который приводился в движение коллекторным электродвигателем, запитанным от бортовой сети автомобиля. Он создавал дополнительное тяговое усилие на скоростях до 30 км/ч. Торможение автомобиля осуществлялось совместной работой электромотора, в качестве генератора, и основной тормозной системы. Степень использования рекуперации при торможении зависело от интенсивности торможения, то есть при низком замедлении основная тормозная система не участвовала в торможении, а при более сильном замедлении работали совместно, отдавая электрическую энергию в бортовую сеть автомобиля.

Последующие генерации гибридных автомобилей

В связи с тем, что первые системы питались от бортовой сети, то они имели малую мощность при больших рабочих токах, что ограничило использование данных систем только на сверхлегких автомобилях. А с дальнейшим развитием данной системы, напряжение повысилось до 48V, в результате чего возросла мощность электромотора, но пришлось доукомплектовывать автомобиль дополнительной аккумуляторной батареей и генератором, приводимым от двигателя. Также автомобили лишились коллекторного электродвигателя, им на смену пришли бесщёточные, бесколлекторные электродвигатели постоянного тока с жидкостным охлаждением. Использование BLDC-моторов привело к повышению мощности и уменьшению диаметра проводов. В последующей генерации напряжение было увеличено до 200-300V для гибридных автомобилей и 300-800V для электромобилей.

Современные тенденции

Для понимания дальнейшего развития гибридных автомобилей нужно обратиться к “Законодателю мод” – автоспорту, где стали использовать высокооборотистые мотор-генераторы, для привода турбокомпрессора. Это электрическая машина, сидящая на валу турбокомпрессора. И работать она

может в обе стороны: извлекать энергию из выхлопных газов и раскручивать турбокомпрессор для сокращения “турболага”. Что позволяет вырабатывать энергию на прямых участках и получать максимальную мощность при старте автомобиля и выходе его из поворота (рисунок 1).

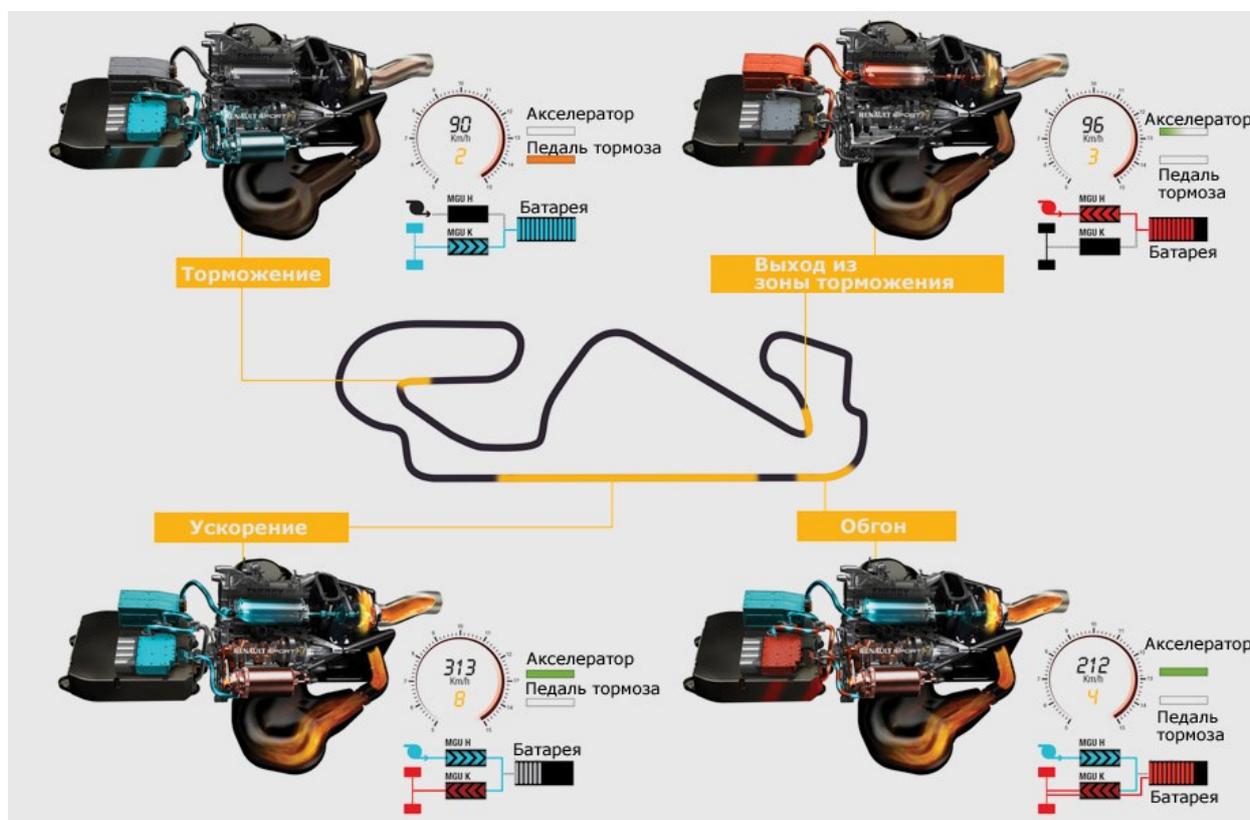


Рисунок 1 – Циркуляция энергии в различных режимах автомобиля

Заключение

С несовершенством нынешних параметров аккумуляторных ячеек, массовое использование электромобилей невозможно, поэтому ближайшее десятилетие будут получать широкое распространение гибридные автомобили, с использованием всевозможных устройств, для рекуперации энергий. Система рекуперации энергии торможения позволит владельцу экономить деньги на топливе и на расходных материалах тормозной системы при эксплуатации его в городском цикле, однако, в связи с большей стоимостью автомобиля (на 20%), на режим окупаемости он выйдет спустя большое время.

Литература

1. Савич, Е.Л. Устройство автомобилей / Е.Л. Савич, А.С. Гурский, Е.А. Лагун. – Минск: РИПО, 2020. – 448 с.