

УДК 62.593

**РЕКУПЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ В АВТОМОБИЛЯХ
ENERGY RECOVERY IN CARS**

В.Ч. Король

Научный руководитель – Ю.В. Суходолов, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

V. Korol

Supervisor – Y. Sukhodolov, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian National Technical University, Minsk

Аннотация: В данной статье рассматриваются системы рекуперации энергии в автомобилях, принципы их работы и новые системы рекуперации для решения текущих недостатков автомобилей.

Abstract: This article discusses energy recovery systems in cars, the principles of their operation and new recovery systems to solve the current shortcomings of cars.

Ключевые слова: рекуперация, автомобиль, энергия, торможение, электродвигатель, система.

Keywords: recovery, car, energy, braking, electric motor, system.

Введение

Сегодня, все большую и большую популярность в мире приобретают транспорт, работающий на электрической энергии. У них много своих недостатков и преимуществ. Сейчас, основным недостатком таких машин является их запас хода. Чем больше ёмкость аккумулятора, тем дальше сможет автомобиль проехать. Для данного типа транспорта это становится ещё критичней, так как у них зарядка аккумулятора происходит намного дольше, чем заправка топливом транспорта с двигателями внутреннего сгорания. Бесконечно увеличивать ёмкость аккумулятора невозможно, поскольку вместе с увеличением ёмкости увеличивается вес и размер самого аккумулятора. Из-за этого производитель не может просто увеличивать бесконечно батарею, а проблема остается. Для увеличения запаса хода необходимо находить новые технологические решения и одно из них это заряжать аккумулятор прямо в пути. Речь идет о рекуперации.

Основная часть

Рекуперативное торможение – вид электрического торможения, при котором электроэнергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в электрическую сеть.

В машинах, работающих на электрической энергии, важной частью является электрический мотор. Основной его задачей является вращение колес, расходуя энергию, с чем успешно справляется, поскольку его КПД достаточно высок (более 90% у легковых автомобилей). Но при торможении мотор перестает работать, так как колеса крутить в данный момент нет необходимости. Соответственно, на этот короткий промежуток торможения электродвигатель можно запустить в режиме генератора, преобразовывающего механическую

энергию в электроэнергию. Благодаря этому запас хода в таком виде транспорта сильно повысился без увеличения емкости аккумуляторных батарей.

В машинах с двигателями внутреннего сгорания при торможении кинетическая энергия преобразуется в тепловую энергию, которая появляется при трении тормозных дисков об тормозные колодки. Такая энергия в дальнейшем никак не используется, а тепло просто уходит в окружающую среду. Кроме этого колодки и тормозные диски стираются друг об друга, что в конечном итоге приводит к необходимости их замены.

В машинах, работающих на электроэнергии, уже применяется система рекуперации. Данная система не расходует кинетическую энергию впустую, чтобы затормозить. Вместо этого используется включенный в трансмиссию электродвигатель, который начинает при торможении работать как генератор, преобразовывая момент на валу в электроэнергию, заряжающую аккумуляторную батарею, а тормозящий момент ротора, возникающий в генераторном режиме, как раз и дает автомобилю желанное торможение. Запасенная в аккумуляторе, таким образом, энергия через некоторое время вновь служит для движения автомобиля, то есть используется повторно.

Рекуперативное торможение позволяет по максимуму использовать доступный ресурс электроэнергии, благодаря чему топливо сильно экономится. Поскольку при торможении 70% кинетической энергии приходится на переднюю ось, то и систему рекуперации устанавливают именно на передней оси, чтобы эффективно преобразовывать и сохранять энергию.

Но рекуперативного торможения эффективно работает только на высоких скоростях движения. На низких скоростях рекуперативное торможение почти не останавливает автомобиль, что приводит к совместному использованию на автомобилях и рекуперативного торможения, и торможения с помощью тормозных колодок и тормозных дисков.

Их совместное использование было бы невозможным без специального электронного контроллера. Данный контроллер отвечает за ряд функций, а именно: распределяет тормозное усилие между рекуперативным торможением и «классическим» торможением, контролирует скорость вращения колес, поддерживая крутящий момент необходимый для корректной зарядки аккумуляторной батареи. Прямой механической связи между педалью тормоза и тормозными колодками в таких автомобилях нет. Электронный блок обеспечивает правильное взаимодействие ABS, включает в правильном порядке «классическую» и рекуперативную тормозные системы, обеспечивает системы курсовой устойчивости, системы распределения тормозных усилий и усилителя экстренного торможения между собой.

Кроме автомобилей рекуперативное торможение широко применяется на электровозах, электропоездах, современных трамваях и троллейбусах. Рекуперативным торможением на таких видах транспорта называется процесс преобразования кинетической энергии движения поезда в электрическую энергию тяговыми электродвигателями, работающими в режиме генераторов. Выработанная электрическая энергия передается в контактную сеть. Рекуперативное торможение используется для подтормаживания состава в

случаях, когда поезд идет по относительно некрутому уклону вниз, и использование воздушного тормоза нерационально. Рекуперативное торможение тогда используется для поддержания определенной скорости при движении по спуску. Данный вид торможения дает ощутимую экономию энергии, так как выработанная электрическая энергия передается в контактную сеть и может быть использована другими локомотивами на данном участке контактной сети, чтобы, например, подняться на какой-то уклон или развить большую скорость.

Помимо электрического способа рекуперации кинетической энергии существуют и другие способы, например система рекуперации кинетической энергии (Kinetic Energy Recovery Systems, KERS). В данной системе кинетическая энергия движущегося автомобиля возвращается при торможении и сохраняется для дальнейшего использования с помощью маховика. В отличие от рекуперативного торможения система KERS не создает тормозной момент.

Маховик включен в трансмиссию автомобиля, вращается в вакуумной камере и при торможении разгоняется до 60000 об/мин. Конструкция обеспечивает сохранение энергии до 600 кДж и передачу мощности до 60 кВт (80 л.с.). Запасенная энергия используется для кратковременного скоростного рывка в движении или при трогании с места.

Кроме электротранспорта, рекуперация также используется и в некоторых машинах с двигателем внутреннего сгорания с системой «старт стоп». Исследования показывают, что в среднем двигатель работает на холостом ходу примерно 30% от всего времени, это связано с пробками, светофорами и другими временными остановками. Принцип «старт стоп» основан на заглушке двигателя во время пробок и остановок, а с помощью рекуперации накапливать дополнительную электроэнергию для постоянного запуска двигателя. Благодаря системе «старт стоп» и использованию рекуперации такой принцип позволяет экономить более 8% топлива и уменьшить выбросы выхлопных газов.

В перспективе, для повышения запаса хода электротранспорта, необходимо как можно больше использовать рекуперацию энергии. Мы предлагаем использовать рекуперацию в подвесках электротранспорта. На текущий день, в подвеске автомобиля никак не рекуперирует энергию, вся затраченная сила уходит на нагрев элементов подвески и последующего выделения теплоты в атмосферу. Мы предлагаем устанавливать в подвеску генераторы, работающие от возвратно-поступательных движений подвески. Такие генераторы могут выполнять функции классической подвески и дополнительной рекуперации энергии, что позволит вернуть в систему дополнительную электроэнергию, что, в свою очередь, помогает решить основную проблему электрического транспорта – запас хода.

Заключение

Рекуперация энергии продолжает развиваться. Благодаря использованию рекуперации решается главная проблема электромобилей – запас хода. Данная система находит свое место не только в машинах. Она тестируется в областях, где можно использовать паразитную энергию для генерации электроэнергии и возвращении ее обратно в сеть. Благодаря такому подходу в мире сокращается

количество вредных отходов, выбросов углекислого газа в атмосферу при генерации электроэнергии, что позитивно сказывается на экологии нашей планеты.

Литература

1. Рекуперативное торможение. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рекуперативное_торможение - Дата доступа: 26.20.2021
2. Интернет-энциклопедия elquanta. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://elquanta.ru/teoriya/rekuperaciya.html> - Дата доступа: 26.10.2021
3. Системы современного автомобиля. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://systemsauto.ru/brake/regenerative_braking.html - Дата доступа: 27.10.2021