

Список цитированных источников

1. Ляшук, Н. У. Классификация мясожировых производств по мощности и технологических линий убоя и разделки скота по производительности / Н. У. Ляшук, Ю. В. Сакович, А. В. Кот, А. А. Попеня // Мясная индустрия. – № 3. – 2019. – Москва. – С. 40–44.
2. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/upload/iblock/467/467aa1b41867af2c6161954be82ccca6.pdf>. – Дата доступа: 15.05.2019.
3. Мясожировое производство: убой животных, обработка туш и побочного сырья / Под ред. А. Б. Лисицына. – М.: ВНИИ мясной промышленности, 2007.

УДК 629.113

Лицкевич И. В.

Научный руководитель: м. т. н. Волощук А. А.

СИСТЕМЫ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ

Использование автомобилей на электротяге, а также большего числа электропотребителей: системы подогрева сидений и руля, «продвинутые» аудиосистемы, навигаторы, телевизоры и многое другое – всё это увеличивает потребность автомобиля в электроэнергии.

Одним из решений этой проблемы инженеры-конструкторы многих автозаводов видят в использовании системы рекуперативного торможения, которая позволяет компенсировать потери электроэнергии, снизить расход топлива и продлить ресурс тормозных колодок.

Рекуперативное торможение (от лат. recuperatio «обратное получение; возвращение») – вид электрического торможения, при котором электроэнергия, вырабатываемая тяговыми электродвигателями, работающими в генераторном режиме, возвращается в электрическую сеть.

Они используют электромоторы или генераторы для преобразования энергии замедления автомобиля в электричество, возвращая часть энергии сгоревшего в двигателе топлива обратно.

Рассмотрим наиболее известные системы рекуперации тормозных усилий на сегодняшний день.

Компания Mazda провела исследования того, как на автомобилях происходит разгон и торможение, и разработала высокоэффективную рекуперативную тормозную систему, которая практически мгновенно преобразует в электричество большой объем кинетической энергии при каждом замедлении автомобиля. В отличие от гибридных силовых установок, разработка компании Mazda не нуждается в дополнительном электромоторе и аккумуляторных батареях [1].

Данная система получила название i-ELoop (Intelligent Energy Loop), что дословно переводится как «умная энергетическая петля», отражая стремление Mazda к эффективному расходу энергии (см. рисунок 1).

Система i-ELoop включает в себя новый регулируемый генератор (напряжение 12-25 В), суперконденсатор с пониженным внутренним сопротивлением и преобразователь постоянного тока. i-ELoop начинает преобразовывать кинетическую энергию в накопление электроэнергии в тот момент, когда водитель начинает отпускать педаль акселератора и автомобиль замедляется. Регулируемый генератор начинает вырабатывать ток напряжением 25 В (для максимальной эффективности), который поступает в суперконденсатор для последующего хранения. Данный суперконденсатор был разработан специально с целью использования в автомобилях. Его полная зарядка занимает всего несколько секунд. Преобразователь постоянного тока вступает в работу,

когда запасенная в суперконденсаторе энергия начинает расходоваться на питание электрооборудования автомобиля. Он понижает напряжение с 25 до 12 В, – до уровня, используемого в основной части бортовой электросети автомобиля. При необходимости система также может подзарядить аккумуляторную батарею. i-ELoop включается в работу при каждом замедлении автомобиля, уменьшая количество топлива, которое необходимо сжечь в двигателе для выработки электроэнергии. В результате, при движении в режиме «старт-стоп» экономичность повышается примерно на 10 процентов [1].

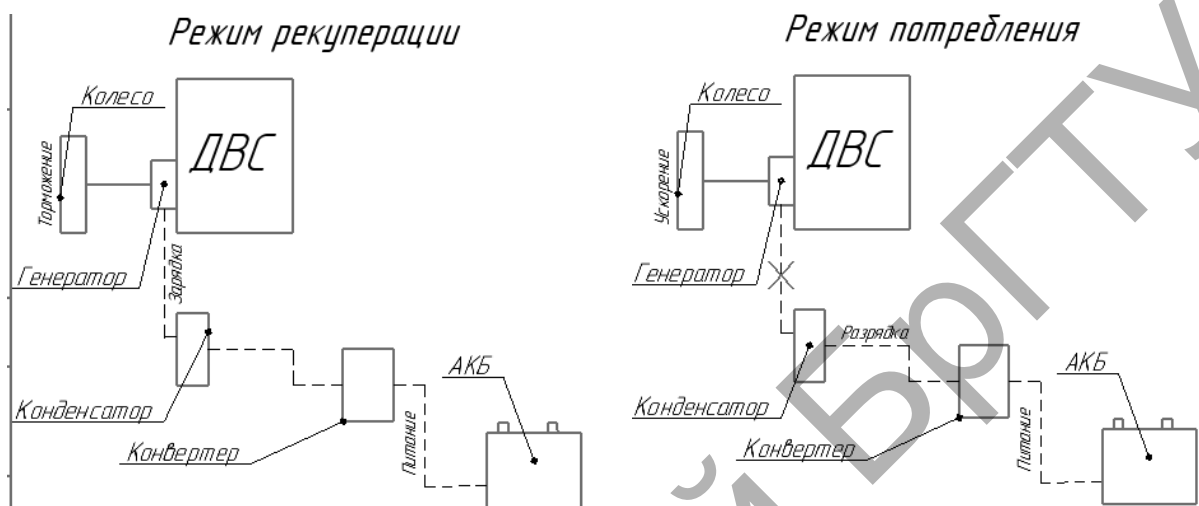


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы системы i-ELoop

Помимо электрического способа рекуперации кинетической энергии, существуют и другие способы: механический, гидравлический, пневматический. Самый распространенный из них является механический способ и построенные на его основе 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 (см. рисунок 2).

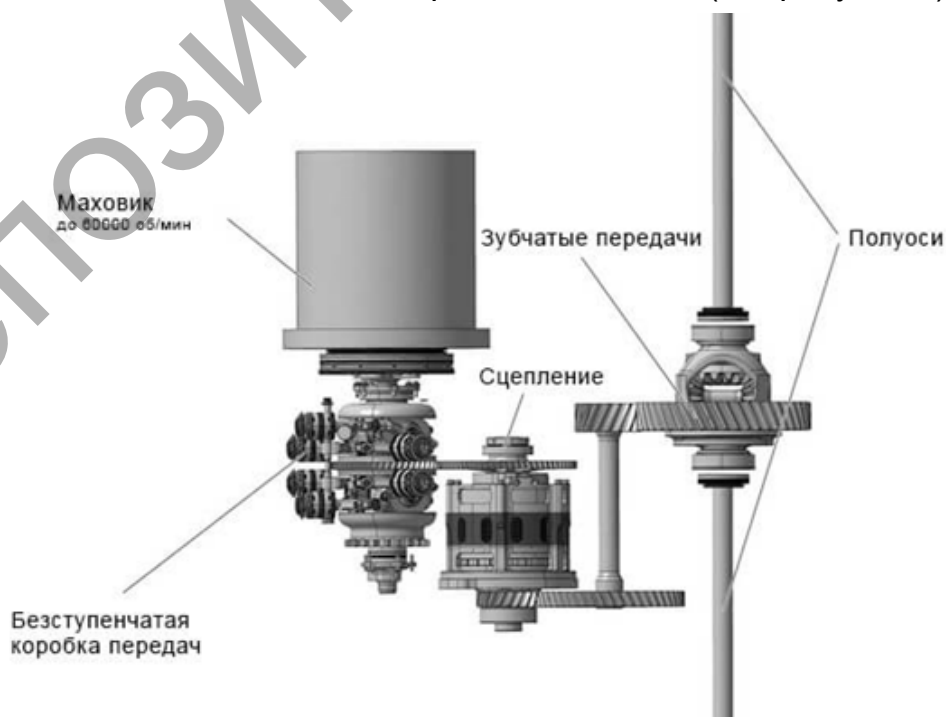


Рисунок 2 – Принципиальная схема работы системы KERS

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.

Система KERS применяется в автоспорте на автомобилях Formula 1 с 2009 года. На автомобилях массового использования применение данной системы только планируется. Ближе всех к серийному применению системы рекуперации кинетической энергии находятся разработки компании Volvo.

Систему KERS предлагается использовать при движении автомобиля в городском цикле. При торможении двигатель автомобиля выключается, маховик раскручивается и запасает энергию. При трогании с места используется энергия маховика, автомобиль трогается, а двигатель запускается уже в движении.

По заявлениям Volvo применение системы рекуперации кинетической энергии обеспечивает снижение расхода топлива на 20% и сокращение вредных выбросов [2].

Из недостатков системы KERS особенно актуален следующий: хоть маховик и вращается в вакууме, но от трения в подшипниках никуда не денешься и, в результате, при долгой остановке, например на светофоре, значительная часть переданной энергии теряется впустую: на трение в подшипниках. Поэтому наибольшее применение данная система получила именно в гоночных автомобилях, где время остановок минимально.

Перейдем к рассмотрению принципа работы, наверное, самого массового автомобиля с гибридной установкой – Toyota Prius (см. рисунок 3).

Во время движения накатом МГ2 создает генераторную нагрузку, которая имитирует торможение двигателем. При нажатии на педаль тормоза генерация электроэнергии МГ2 увеличивается, что реализуется резким повышением такой нагрузки. В результате автомобиль быстрее замедляет ход. В отличие от тормозов трения, которые тратят впустую кинетическую энергию на производство тепла, электроэнергия, произведенная рекуперативным торможением, сохранится в батарее и в дальнейшем будет использована. Компьютер вычисляет, какое замедление будет произведено таким способом, и на соответствующую величину уменьшает гидравлическое давление, передаваемое фрикционным тормозным механизмам.

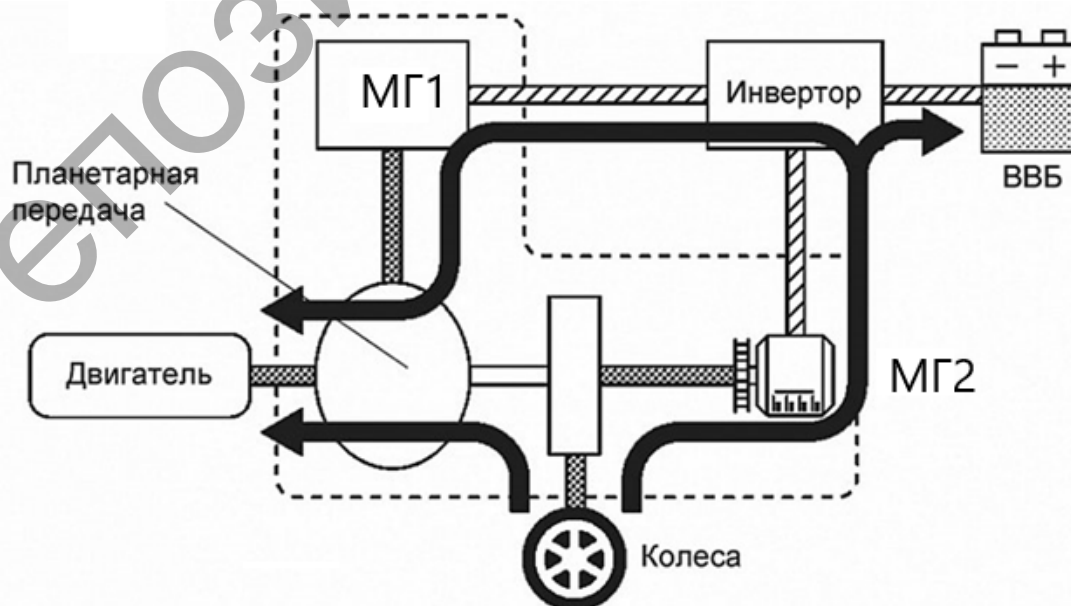


Рисунок 3 – Схема работы автомобиля Toyota Prius в режиме торможения

В обычном автомобиле в режиме эксплуатации крутого спуска вы переключаетесь на пониженную передачу, чтобы увеличить интенсивность торможения двигателем. Силовой агрегат, противодействуя движению, помогает тормозам замедлить скорость. Тот же выбор режима торможения доступен и Prius. Установив рычаг управления ТС в положение «В», вы, собственно, задаете режим, при котором двигатель будет использован и для торможения. Как правило, двигатель в режиме торможения работает в программе «В». Она реализует задачу таким образом, чтобы мотор/генераторы включились в процесс торможения путем управления электрическими потоками, а ДВС вращался без топлива и с почти закрытым дросселем. Сопротивление, которое создает силовой агрегат, работающий в этой программе, эффективно замедляет автомобиль, уменьшая нагревание тормозов, и позволяет ослабить усилия давления на педаль тормоза [3].

В работе электронная система рекуперативного торможения взаимодействует с антиблокировочной системой тормозов, системой распределения тормозных усилий, системой курсовой устойчивости, усилителем экстренного торможения.

К недостаткам данной системы можно отнести тот факт, что в данной тормозной системе механическая связь между педалью тормоза и тормозными колодками отсутствует. Решение о торможении принимает электроника на основании анализа действий водителя и характера движения автомобиля.

Таким образом, рассмотрев существующие системы рекуперативного торможения на автомобильном транспорте, можно выделить главный недостаток, что на малых скоростях тормозной момент падает, и это может привести к увеличению тормозного пути автомобиля на 0,30-0,60 м, что в свою очередь повышает риск ДТП в плотном городском трафике. Именно по этой причине система рекуперативного торможения требует усовершенствований и доработок в области безопасного использования на дорогах общего пользования.

Одной из таких доработок может стать альтернативная педаль торможения, которой водитель сможет воспользоваться в случае экстренной ситуации. Особенностью дополнительной педали торможения в автомобилях с системой рекуперации будет являться то, что она не будет зависеть от команд ЭБУ, отвечающего за распределение тормозных усилий между генератором и тормозными колодками, а, как и в традиционной системе торможения, будет передавать усилие от педали тормоза непосредственно к тормозным колодкам, тем самым гарантируя 100% срабатывание тормозов в случае необходимости, обеспечивая эффективное торможение на всех режимах движения автомобиля.

Еще одним решением проблемы увеличения тормозного пути автомобиля может стать режим отключения рекуперативного торможения в городском цикле с относительно низкими скоростями движения.

Также можно комбинировать несколько систем в одном автомобиле. К примеру, создать систему рекуперации с электродвигателями на передней оси, работающие по схеме ToyotaPrius, а с системой KERS на задней оси, применяемой на автомобилях Volvo. Данный симбиоз двух систем позволит повысить тягово-динамические характеристики автомобиля, особенно при старте, и уменьшит тормозной путь, без применения тормозных колодок, поскольку тормозной момент будет создаваться не только работающими генераторами, но и маховиком, что должно значительно повысить эффективность рекуперации и продлить срок службы тормозных колодок.

Так любое из этих решений позволит сделать автомобили с рекуперативной тормозной системой более безопасными, возможно даже по сравнению с автомобилями, использующими обычную систему торможения, поскольку, при правильной работе систем рекуперации, тормозной момент создается не только тормозными цилиндрами по средствам колодок, но и генераторам либо маховиком.

Список цитированных источников

1. Mazda i-ELoop – первая в мире рекуперативная тормозная система для легковых автомобилей на основе использования конденсатора // drive.ru [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.drive.ru/blogs/mazda/4efb33b900f11713001e6874.html>. – Дата доступа: 25.04.2019.
2. Система рекуперативного торможения// drive.ru [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <https://www.drive2.ru/b/1435051>. – Дата доступа: 25.04.2019.
3. Технологии ремонта и обслуживания гибридных автомобилей // Журнал «АБС-авто» [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.abs-magazine.ru/article/tehnologii-remonta-i-obslujivaniya-gibridnih-avtomobiley-shkola-sergeya-gordeeva-urok-tretiy>. – Дата доступа: 25.04.2019.
4. Рекуперативный тормоз для электромобилей и гибридов // facepla.net [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.facepla.net/index.php/content-info/346-recuperate-friction-regen-braking>. – Дата доступа: 25.04.2019.

УДК 338.2

Мартысюк А. С., Галах К. А.

Научный руководитель: к. э. н., доцент Костенко Н. В.

ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Электромобиль – автомобиль, приводимый в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов, конденсаторов и т. п.), а не двигателем внутреннего сгорания. В электромобилях отсутствует большинство расходных материалов, которые требуют частой замены у авто с ДВС. У электрокара единственный фильтр – салонный. Моторное масло, ремни и ролики отсутствуют. Но, как и у обычного автомобиля, есть тормозная жидкость, периодически требующая замены. Антифриз, охлаждающий или обогревающий тяговую батарею, меняется раз в пять лет.

Для восполнения энергии батареи с помощью быстрой зарядки электрогрузовику Volvo FL Electric требуется не более двух часов. Если пользоваться обычной розеткой – 10. Проехать на заряженной «до отказа» батарее можно до 300 километров. Величина может изменяться, поскольку зависит от таких факторов, как покрытие дороги, погодные условия, вес водителя. Грузовики Volvo FL Electric, работающие на электричестве, массой 16 тонн, заказаны уже компанией Renova, собирающей мусор и перерабатывающей отходы, и TGM, специализирующейся на перевозке грузов. Им первым поставят электрогрузовики. Выпуск Volvo FL Electric, способного облегчить доставку грузов в пределах города и обеспечить сбор и вывоз отходов, решено начать в следующем году начать в Европе. Не загрязняющий внешнюю среду Volvo FL Electric станет отличным транспортом, который сможет работать в природоохранных зонах и терминалах (закрытых). Электрические грузовики Volvo FL Electric, не производящие выхлопов, помогут улучшить качество городского воздуха, снизят шумность и позволят более свободно планировать инфраструктуру, избавят от дорожных пробок. Если не вдаваться в тонкости автомобилестроения, можно выделить несколько положительных моментов данного электрогрузовика:

- Назначение – перевозка грузов, сбор отходов и прочие задачи города;
- Вес – 16 тонн;
- Мощность мотора электрического – 185 кВт;
- Коробка скоростей – двухступенчатая;