

АНАЛИЗ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ M₁

Юрченко Александр Юрьевич, ст. гр. АА-41

Ale75557637@yandex.ru

Электромобиль является относительно новой концепцией в мире автомобильной промышленности. На первых этапах развития автомобилестроения электромобиль существенно опережал по скорости и мощности автомобили с двигателем внутреннего сгорания. Развитие технологий добычи нефти существенно снизило стоимость топлива, в результате потребность в электромобиле резко отпала. К концу 20-го века борьба за экологическую безопасность дала новый толчок к развитию электромобилей.

Использование на электромобилях традиционных систем торможения крайне не эффективно. Как мы знаем, что при торможении фрикционными тормозами происходит преобразование механической энергии в тепловую, которая рассеивается в окружающую среду. Применение системы рекуперации даёт возможность сохранить часть энергии, которая будет расходоваться на движение электромобиля. Таким образом, повышая пробег на одной зарядке аккумуляторной батареи. Так же при таком виде торможения практически не используются фрикционные накладки в тормозных механизмах, что повышает срок их службы. Эти факторы обуславливают актуальность данного направления исследований.

Выполнив анализ литературных источников можно заключить, что данным вопросом также занимались такие ученые, как Дембицкий В. М., Кашуба А. М., Саблин О. И., Кузнецов В. Г. и Артемчук В.В [2, 3, 4]. Анализируя приведенные данные в работах [2, 3, 4] можно увидеть эффективности применения систем рекуперации на автомобилях с электрической установкой, при этом сокращаются потери энергии.

Цель статьи – определить виды тормозных систем, которые могут быть применены в электромобилях и гибридных автомобилях, а также провести их анализ.

Электромобили и гибридные автомобили имеют две тормозные системы: обычную с фрикционными тормозными механизмами и гидравлическим приводом, и систему рекуперативного торможения.

В гидравлическом приводе в качестве рабочего тела используется жидкость, которая под давлением подается в тормозные цилиндры, приводящие в действие тормозные механизмы.

На таких автомобилях, как Tesla Model S, а также гибриде Toyota Prius используется система рекуперативного торможения. Рекуперацией называется процесс возвращения части энергии для повторного использования в том же технологическом процессе.

Анализ основных компонентов гибридной силовой установки **рассмотрим** на примере автомобиля Toyota Prius II. принципиальная схема систем торможения этого гибридного автомобиля приведена на рис. 1.

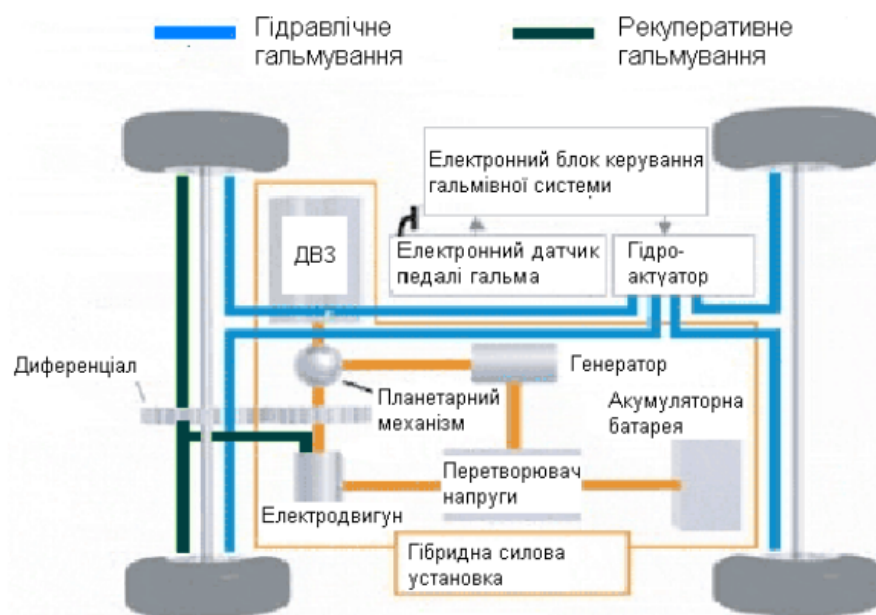


Рис. 1.- Основные компоненты гибридной силовой установки и схема тормозной системы автомобиля Toyota Prius II [4]

При нажатии на педаль тормоза сначала вступает в действие рекуперативная система, то есть вместо фрикционного тормозного механизма искусственное сопротивление вращению колес создаёт электрогенератор. Эффективный максимальный момент торможения тяговым двигателем, работающим в режиме генератора, зависит не только от силы тока возбуждения, но и от частоты вращения якоря. Частота вращения якоря зависит от скорости автомобиля. Поэтому эффективность торможения изменяется в зависимости от скорости движения. В случае недостаточной эффективности торможения тяговым электродвигателем, разницу между уровнем эффективности заданным водителем и создаваемым

электродвигателем компенсирует фрикционный тормозной механизм. Чем выше сила тока заряда высоковольтной аккумуляторной батареи производится электродвигателем в режиме генератора, тем больше тормозное усилие. Управление рекуперативным торможением достигается за счет совместного управления тормозной системой и трансмиссией. При таком управлении рекуперативная тормозная система и гидравлическая тормозная система обеспечивают суммарное значение тормозного усилия. Одновременно учитываются колебания параметров рекуперативной системы, вызванные степенью заряженности аккумуляторной батареи или скоростью движения автомобиля. В результате, сводится к минимуму потеря кинетической энергии.

Рекуперация электроэнергии при торможении электротранспорта является мощным источником снижения энергоемкости системы электрической тяги. Современная техническая база также позволяет плавно регулировать тормозную силу почти до остановки транспортного средства. Уменьшает выбросы в окружающую среду продуктов износа от механического торможения, повышает плавность хода и безопасность движения.

Конструкция транспортного средства с применением электрического торможения с рекуперацией энергии практически не требует установки дополнительной тормозной системы. Однако, фактически транспортное средство оборудуется гидравлической тормозной системой. Таким образом, процесс торможения транспортного средства с электродвигателем, помимо привычной системы с фрикционными тормозными механизмами дополняется еще одним компонентом – электрическим торможением. Таким образом, повышается активная безопасность автомобиля.

На сегодня существует два типа или категории систем рекуперативного торможения, определение которых приведено в европейских нормативных документах [1].

- Категория А – электрическая система рекуперативного торможения, которая не является частью рабочей тормозной системы;
- Категория В – электрическая система рекуперативного торможения, которая является частью рабочей тормозной системы.

Основным отличием этих двух категорий тормозных систем является их способ приведение в действие. Если приведение в действие системы рекуперативного торможения категории А происходит в момент снятия воздействия с педали акселератора, то система рекуперативного торможения категории В приводится в действие также путем вывода педали акселератора в нулевое положение и включение рабочей тормозной системы. В случае применения системы рекуперации категории В, в большинстве случаев электрический двигатель производит электрическую энергию при движении накатом.

Основная проблема заключается в том, что на длинных дистанциях использование системы рекуперации становится практически бесполезным, поскольку автомобиль в основном движется в режиме ускорения, а торможение составляет лишь малую, незначительную часть от общего времени. Это делает рекуперацию энергии при торможении недостаточно эффективной, из-за чего зарядка АКБ бывает неэффективной, при этом конструктивно электросеть выглядит намного сложнее. Именно поэтому система рекуперативного торможения используется преимущественно на гибридных автомобилях, где за счет использования этой системы удается достичь порядка 30% экономии общей энергии, необходимой для движения автомобиля.

Таким образом, использование на автотранспортных средствах с электроприводом системы рекуперации повышает экономические и экологические показатели автомобиля и увеличивает ресурс высоковольтной аккумуляторной батареи путем оптимизации системы рекуперативного торможения, пуска тягового электродвигателя и заряда аккумуляторной батареи.

Список литературы:

1. Правила ЕЭК ООН № 13 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения»
2. Ситовский О. Ф., Дембицкий В. М. Электродинамическое торможение гибридного транспортного средства на дорогах с низким

коэффициентом сцепления // Автомобильный транспорт. – 2013. – №33. – С.13-18.

3. Научная библиотека КиберЛенинка:

<http://cyberleninka.ru/article/n/elektrodinamicheskoe-tormozhenie-gibridnogo-transportnogo-sredstva-na-dorogah-s-nizkim-koeffitsientom-stsepleniya#ixzz4d5beRuym>

4. Кашуба А. М. Рекуперація кінетичної енергії в автомобілях з гібридною силовою установкою / А. М. Кашуба // Наукові нотатки. – 2011. – Вип. 35. – С. 93-95. – Режим доступу:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nn_2011_35_17.

5. Саблін О. І. Проблеми та перспективи ефективного використання рекуперації електроенергії в системі електротранспорту / О. І. Саблін, В. Г. Кузнецов, В. В. Артемчук // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. - 2013. - № 2. - С. 126-130. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeiet_2013_2_25.

Научный консультант: Шуклинов С.Н. проф. каф. Автомобилей