

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ С ГИБРИДНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Гумянко Н.Н.

В городском цикле движения автобуса, особенно в крупных городах, при резко переменном характере нагрузок, частых остановках, многократных торможениях, двигатель автобуса работает далеко не в оптимальном режиме. Значительная часть топлива сжигается впустую, выбросы в атмосферу угарного газа, двуокиси углерода, других вредных веществ и твердых частиц превышают экологические нормы работы транспортных средств. Пока самым эффективным решением по экономии топлива и снижению выброса вредных веществ является комбинированная (гибридная) энергетическая система — гибридный привод, который рекомендуется применять в городских маршрутных автобусах. В этом случае в транспортном средстве используются два источника энергии — двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и накопитель энергии. Наиболее экономически и технически целесообразным представляется использование дизель-электрических энергоустановок.

В подобных автобусах достигается уникальный уровень экономичности, экологической чистоты, и при этом обеспечиваются повышенный комфорт и управляемость. В настоящее время разработаны как экономически оправданные преобразовательные силовые устройства и электрические машины для автотранспорта, так и эффективные накопители электрической энергии. Все это позволяет создать экономичный гибридный привод. В качестве базового варианта рассматривается дизельный двигатель, однако. Комплект тягового электрооборудования может использоваться и с перспективными энергетическими установками на топливных элементах, солнечных батареях и т.д. При этом изменения силовой схемы минимальны[1].

В современном тяговом электрооборудовании для транспорта с комбинированными энергоустановками используется несколько типовых структурных подходов. Системы тягового привода для гибридных транспортных средств по своей конструкции делят на последовательные, параллельные, комбинированные (split) и отдельные. Последовательная кинематическая схема энергетической установки исключает механическую связь колес с первичным источником энергии. ДВС является источником энергии для электрогенератора, который, в свою очередь, питает электродвигатели привода колес. Между генератором и двигателем (двигателями) привода расположен накопитель энергии

(аккумуляторная батарея (АБ) или суперконденсаторы). Накопитель аккумулирует избытки вырабатываемой генератором электроэнергии, получает энергию рекуперации при торможении, обеспечивает пиковые нагрузки на колесах. Схема позволяет стабилизировать режим работы первичного двигателя в плане максимальной топливной эффективности и минимальных выбросов, исключить конструктивные элементы механической передачи: коробки передач, валы и т.д. При сохранении момента привода можно использовать двигатель меньшей мощности. Внедрить такую схему наиболее просто, т.к. можно обеспечить любую компоновку элементов привода (отсутствует передача энергии по механическому каналу). Электрическая схема также довольно проста, ее можно применить как с ДВС, так и с альтернативными источниками энергии (топливными элементами и т.д.). К недостаткам схемы относятся двойное преобразование энергии (теоретически — ниже КПД), необходимость применения электромашин и силового преобразователя на полную мощность привода, относительно высокая цена комплекта тягового оборудования. Последовательная схема наиболее эффективна при движении транспортного средства в режиме с переменными нагрузками, т.е. в городском режиме. В этом случае ее достоинства значительно превышают недостатки, а энергия рекуперативного торможения компенсирует недостаточно высокий КПД в стационарном скоростном режиме. Эта схема является наиболее выигрышной для применения в городских маршрутных автобусах длиной от 12 м и массой свыше 18 т. [2]

В случае гибридных автобусов основной энергетический источник работает на постоянных или близким к постоянным уровнях мощности, ниже чем этого требуют пики мощности. Это перекладывает бремя мощности на вспомогательный энергетический источник, обязанность которой – быстро реагировать на скачки энергии, добавляя или принимая ее, согласно требованиям ситуации на дороге. Первыми элементами, применяемыми во вспомогательной системе были высокомоощные аккумуляторы, они требуют изощренных и сложных средств зарядки и у них малая продолжительность ресурса. Именно поэтому новые элементы хранения энергии такие как, суперконденсаторы внедряются на гибридных транспортных средства, чтобы решить вопросы повышения мощности. В случае применения чистых аккумулятор без вспомогательной системы появляются различные проблемы. Такие как – низкая удельная мощность, зависимость продолжительности рабочего ресурса от глубины разрядки батареи, а также от неэффективности при больших требованиях мощности и т.д. Это особенно важно, когда применяются основные аккумуляторы с высокой удельной энергией, но с малой удельной мощностью. Для этих аккумуляторных технологий очень многообещающих в плане удельной энергии – поддержка мощности является фундаментальным требованием.

Эти причины стали мотивом для развития вспомогательной энергосистемы на основе суперконденсаторов и их внедрения на

транспортных средствах, движимые кислотно-свинцовыми аккумуляторами.

Также уменьшение максимальной требуемой мощности от аккумулятора увеличило бы эффективность его работы, и еще больше энергии могло бы восстановиться от регенеративного торможения, даже когда аккумулятор полностью заряжен.

Адекватное использование вспомогательной энергосистемы, работающей на основе суперконденсаторов при движении в условиях города увеличивает общую энергетическую эффективность и увеличивает автономность. Это означает, что в условиях езды с большим количеством остановок и ускорений, общая затраченная энергия (на километр) будет ощутимо ниже у автобусов с кислотно - свинцовыми аккумуляторами и вспомогательной энергосистемы на суперконденсаторной основе, чем у тех же автобусов, но без вспомогательной энергосистемы. Автобус оснащенный вспомогательной энергосистемой был бы способен покрыть большее расстояние при одной зарядке аккумулятора. [3]



Рис. 1. Функциональная схема комплекта тягового электрооборудования, выполненного по последовательной схеме

Применение гибридной энергоустановки позволяет:

- снизить в 10 раз уровни выбросов вредных веществ (CO, CO₂, NO_x, HC и др.);
- обеспечить экономию топлива от 25% до 50%;
- обеспечить запуск ДВС, генерацию и рекуперацию электроэнергии с накоплением и последующим ее использованием;
- использовать ДВС меньшей мощности (снижение мощности до 30% по сравнению с традиционной схемой) при сохранении вращающего момента на

колесах;

– организовать работу ДВС в оптимальном по топливной эффективности и выбросам режиме;

– осуществить автономный ход на электротяге, используя только энергию накопителя;

– повысить комфортность автобуса (снизить шум, вибрацию, улучшить управляемость, создать «электронные КПП, ABS» и т.д.);

– повысить надежность и ресурс механической системы торможения и работы автобуса в целом.

Список литературы

1. Ван В.В. «Исследование областей применения электромобилей на внутригородских перевозках. Автомобильный транспорт. Серия 2: «Грузовые перевозки автомобильным транспортом». 2017г.- С 1-10.
2. Белей В.Ф. «Исследование теплового состояния и внутреннего сопротивления тяговых аккумуляторных батарей электротранспортных средств». – Новочеркасск, 2015г.- 19с.
3. Давыдов М.И. «Определение емкости аккумулятора в различных режимах разряда» 2014.- 59с.