

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ STOP-START

### INCREASING THE EFFICIENCY OF THE STOP-START SYSTEM

**Махмудов Г. Н.**, канд. техн. наук, доц.,

**Абдурахимов Л. Х.**, ст. преп.,

Ташкентский Государственный Транспортный Университет,  
г. Ташкент, Узбекистан

G. Makhmudov, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,

L. Abdurahimov, Senior Lecturer,

Tashkent State Transport University, Tashkent, Uzbekistan

*В статье приводится информация об интенсивно развивающихся системах stop-start и возможностях повышения их эффективности за счет применения в системе пуска суперконденсаторов.*

*The article provides information on intensively developing stop-start systems and the possibilities of increasing their efficiency through the use of supercapacitors in the start-up system.*

Ключевые слова: мотор, аккумуляторная батарея, стартер, суперконденсатор .

Keywords: motor, battery, starter, supercapacitor.

#### ВВЕДЕНИЕ

Сокращение выбросов углекислого газа легковыми автомобилями является одним из приоритетов в большинстве природоохранных программ. В 2009 году Европейский парламент установил правила выбросов CO<sub>2</sub> для новых легковых автомобилей до 130 г CO<sub>2</sub> / км к 2015 году и предложил достичь 95 г CO<sub>2</sub> / км к 2020 году.

Чтобы выполнить такие требования, производители транспортных средств были вынуждены внедрять технологические усовершенствования, такие как облегчение веса, уменьшение размера двигателя, шины с низким сопротивлением качению, улучшенная аэродинамика, гибридизация и электрификация транспортных средств. Технология «stop-start» – это простое и недорогое решение, в котором двигатель внутреннего сгорания автоматически отключается, когда автомобиль останавливается и перезапускается по требова-

нию водителя или при необходимости. Таким образом, это исключает расход топлива во время холостого хода, как в случае останова на светофоре или пробок, которые могут составлять до 10 % от общего времени движения [1].

Помимо этого, начиная с 2012 года производители, которые не выполняют установленные нормы выбросов  $\text{CO}_2$  в выхлопных газах, подвергаются штрафу. Например, 5 евро за первый грамм  $\text{CO}_2$  на километр пробега, 15 евро за второй грамм, 25 евро за третий грамм и 95 евро за все последующие граммы  $\text{CO}_2$ . С 2019 года штраф за первый грамм избыточных выбросов  $\text{CO}_2$  на километр уже составляет 95 евро. Это привело к тому, что производители транспортных средств начали, как было отмечено выше, интенсивно изыскивать различные возможности снижения выбросов  $\text{CO}_2$ . Одной из таких технологий является система «stop-start» [2].

Как известно, ни одна технология не бывает совершенной, и система «stop-start» также не является исключением. Система «stop-start» предъявляет повышенные требования к аккумуляторным батареям (АКБ), так как требует многократного пуска ДВС в период эксплуатации автомобиля. По сравнению с обычными батареями, аккумуляторы, используемые для «stop-start», должны быть приспособлены к многократным глубоким разрядам и обладать способностью быстро восстанавливать емкость между пусками. И это является серьезной проблемой которое заметно тормозит широкое внедрение системы «stop-start». В этой связи, большой интерес представляет применение суперконденсаторов для повышения эффективности системы пуска ДВС для заметного снижения нагрузки на АКБ.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ СТОП-СТАРТ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

Суперконденсатор представляет элемент с двумя электродами, между которыми располагается электролит. Электроды выполнены в виде пластины из определенного материала. Для улучшения электрических параметров суперконденсатора (СК), пластины могут дополнительно покрываться пористым материалом, к примеру, активированным углем. В качестве электролита может применяться неорганическое или органическое вещество [3].

Главное отличие СК от привычного конденсатора – в наличии у первого не просто диэлектрика между электродами, а двойного электрического слоя. В результате между электродами образуется очень маленькое расстояние, а его возможность накапливать электрическую энергию (электрическая емкость) получается намного выше.

Кроме этого СК от аккумуляторной батареи отличается скоростью накопления, а также степенью отдачи электрического заряда. Благодаря применению двойного электрического слоя повышается площадь поверхности электродов при тех же общих габаритах. То есть в устройстве сочетаются лучшие электрические характеристики – существенная емкость аккумулятора и скорость конденсатора.

Суперконденсаторы сегодня подразделяются на:

- 1) двоинослойные конденсаторы (ДСК);
- 2) псевдоконденсаторы;
- 3) гибридные конденсаторы.

В системах пуска ДВС наиболее широкое применение находят двухслойный суперконденсатор, в котором предполагается наличие двух пористых электродов, выполненных из электропроводящих материалов, а также разделенных заполненным электролитом сепаратором [4].

Применение стартерного электрического пуска ДВС с использованием суперконденсаторов позволяет снизить емкость АКБ, их размеры, массу и стоимость [5]. Система пуска с СК могут обеспечить пуск двигателя при значительной степени разряженности АКБ, что повышает эксплуатационную надежность автомобиля, особенно в условиях применения системы «stop-start». Отмеченные преимущества СК, а также малое внутреннее сопротивление и высокая удельная мощность, позволяют использовать их в системе пуска в качестве промежуточных источников энергии. СК размещают между АКБ и стартером. Выделение энергии СК за короткий промежуток времени позволяет электростартеру развивать значительную мощность, вращать коленчатый вал с большой пусковой частотой и, тем самым, повысить надежность пуска ДВС.

Суперконденсаторы не только продлевают ресурс аккумуляторов, но и положительно сказываются на работе бортовой электроники. При использовании суперконденсаторов для авто снижается провал

напряжения в момент запуска, поэтому все электронные компоненты работают в более стабильном режиме. По этой же причине улучшается работа системы зажигания [3]. Кроме того, связка аккумулятор+суперконденсатор будет сглаживать возникающие в бортовой сети перепады напряжения. Они возникают из-за того, как ведет себя различное электрооборудование при разной нагрузке и оборотах двигателя. Наличие СК в цепи минимизирует негативное влияние таких скачков.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотрены необходимость внедрения технологии «stop-start» в современные автомобили. Для повышения эффективности работы этой системы и повышения срока службы аккумуляторных батарей рекомендуется использовать суперконденсаторы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Argonne National Laboratory. «Vehicle Idle Reduction Worksheet» anl. gov. Argonne National Laboratory, n. d. Web. 4 Mar. 2015. – 147 p.
2. Kremer, M. In-market Application of Start-Stop Systems in European Market / M. Kremer. – FEW, 2011.
3. Национальная ассоциация производителей источников тока РУС-БАТ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://hghltd.yandex.net /yandbtm. Fmode =inject&url=http/3A/2F/2Fwww.rusbat.> – Дата доступа 15.03.2022.
4. Компания ЭСМА, Номенклатура выпускаемых ЭХК для транспорта [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.esmacap. com/Use/Transportation/default.htm.> – Дата доступа 10.04.2022.
5. Лебедев, С. А. Комбинированные источники тока в составе пусковых устройств для систем электростартерного пуска / С. А. Лебедев // Грузовик. – 2009. – № 5. – с. 53–59.

Представлено 12.05.2022