

Серия «ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»

Комбинированная энергетическая установка с функцией несимметричного распределения потока мощности через межколесный дифференциал

к.т.н. доц. Дементьев Ю.В., к.т.н. доц. Круташов А.В, Деев О.И
Университет машиностроения
oleg-deev@ro.ru

Аннотация. В статье рассмотрена конструктивная схема комбинированной энергетической установки с функцией несимметричного изменения мощности через межколесный дифференциал, описаны возможные режимы работы КЭУ, проведен анализ расширения возможностей автомобиля с помощью КЭУ.

Ключевые слова: КЭУ с функцией изменения потока мощности, модульная КЭУ, несимметричная тяга

Современные тенденции развития автомобилестроения и техники в целом направлены на повышение экологической безопасности разрабатываемой модели, качественное улучшение динамических характеристик, снижение стоимости производства. На данном этапе многие концептуальные разработки, в особенности в области комбинированных источников энергии, опережают производимые в настоящее время аналоги более чем на 20 лет. Это касается прежде всего электромобилей. При своих выдающихся тягово-динамических и экологических характеристиках в обозримом будущем как по техническим, так и по политико-экономическим причинам данные модели не будут оснащены концептуальными источниками энергии, таким как, например, цинк-воздушными или биологическими аккумуляторами. Данный прогноз сделан на основании следующих фактов:

- развитие городской инфраструктуры, необходимой для успешной эксплуатации электромобилей, требует колоссальных капиталовложений, затрагивающих не только финансовые аспекты планируемого бюджета проекта, но и сложности, связанные с возведением инженерных коммуникаций, таких как станции быстрой зарядки автомобилей, участки с беспроводной зарядкой и т.д.;
- огромные затраты на радикальное изменение производства транспортных средств и их компонентов, связанное с внедрением новых технологий, их сертификацию и испытания;
- современные портативные источники энергии (аккумуляторные батареи) подвержены влиянию погодных-климатических факторов, таким образом, в северных странах срок жизни аккумуляторных батарей будет заметно ниже, чем в странах с теплым климатом, вследствие чего область применения электромобилей будет значительно сокращена.

С другой стороны, современная экологическая обстановка и темпы освоения природных нефтяных запасов ставят перед инженерами проблему сохранения имеющихся на данный момент ресурсов и наиболее эффективного их использования.

Оптимальным вариантом, как с технической, так и с экономической точек зрения, является постепенное внедрение автомобилей с комбинированными энергетическими установками (КЭУ), иначе называемыми гибридными силовыми установками. Основной проблемой здесь является прежде всего возможности производителя, освоенные им технологии и производственные мощности, ведь для каждого типа шасси будет требоваться свой уникальный гибридный узел. Исходя из этого, следует обратить внимание на модульные КЭУ.

Модульная КЭУ представляет собой отдельный узел (в данном случае это КЭУ в главной передаче заднего моста с двумя асинхронными электромашинами), специальный подрамник, комплект аккумуляторных батарей, программное обеспечение для синхронизации работы ДВС и электромашин, периферийные устройства.

Основные преимущества модульной КЭУ:

1. Возможность установки на широкую гамму автомобилей без радикальных изменений в конструкции шасси и местах крепления, что может быть достигнуто за счет производства подрамников под каждый тип шасси, благодаря чему существенно удешевится производство "новой" КЭУ.
2. Возможность улучшения с помощью КЭУ свойств и функций автомобиля, к которым относятся:
 - улучшение тягово-динамических и топливно-экономических показателей автомобиля;
 - улучшение управляемости и устойчивости, что может быть достигнуто путём имитации асинхронными электромашинами системы курсовой устойчивости автомобиля;
 - повышение проходимости за счет имитации блокировки дифференциала;
 - повышение экологической безопасности автомобиля путем снижения выбросов от ДВС, достигаемого за счет движения в городском цикле с использованием комбинации электромоторов и ДВС;
 - увеличение суммарного КПД автомобиля, т.к. при торможении энергия, ранее переходившая в тепловую, преобразуется в режиме рекуперации энергии в электричество, подзаряжая аккумуляторные батареи, что способствует снижению расхода топлива.

Данная разработка позволяет заполнить автомобилями с КЭУ нишу в сегментах автомобильного рынка:

- 1) кроссоверы, внедорожники;
- 2) легковые автомобили класса "В", "С", в особенности премиальный сегмент, минивены;
- 3) коммерческие автомобили;
- 4) специализированный транспорт (реанимобили, автомобили для городских служб).

Таким образом, разработка пригодна для использования для 80% автомобилей.

Ниже в качестве примера приведены характеристики КЭУ, предназначенные для автомобиля класса «В»:

Масса КЭУ без подрамника с электродвигателями в сборе	73.0 кг.
Масса электродвигателя	17.0 кг.
Обороты в минуту (тах) электродвигателя	2000-6000
Мощность электродвигателя	10-24кВт.
Питание электродвигателя	48V/72V/96V/120V
Передаточное отношение редуктора	1: 3.84
Охлаждение электродвигателей	жидкостное

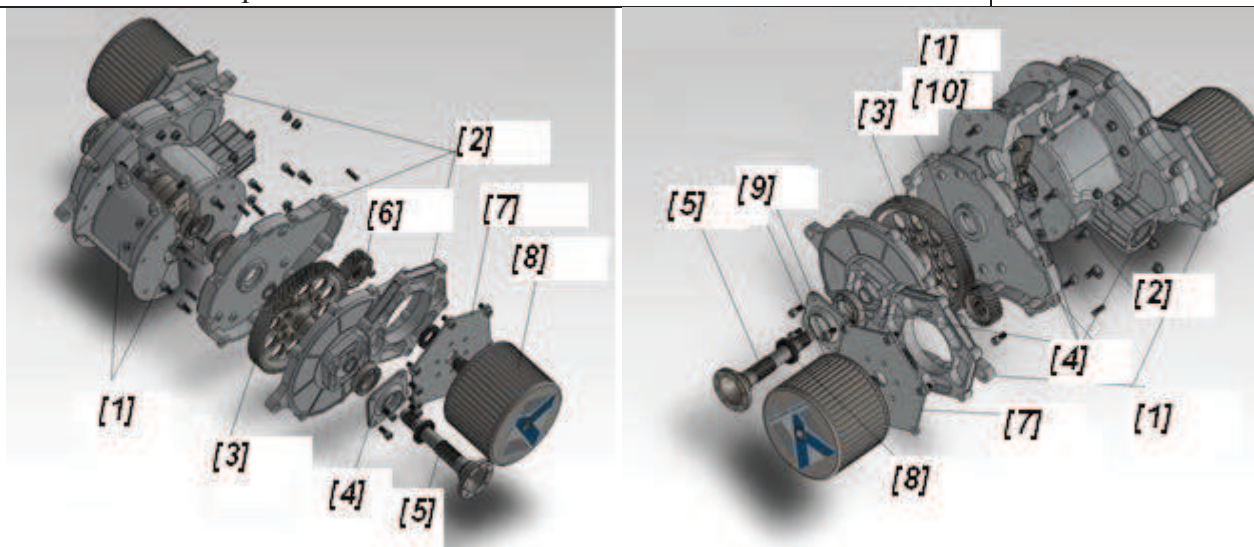


Рисунок 1. Конструктивные элементы комбинированной энергоустановки

Базовой деталью разрабатываемой КЭУ является картер главной передачи привода заднего моста (1, 10, здесь и далее по тексту ссылки на позиции рисунка 1), с интегрированными прямыми передачами (3, 6) от двух асинхронных трехфазных электромашин (8) суммарной

мощностью 48 кВт., размещенных на дополнительных картерах (2, 7, 9). Выбор прямой передачи обусловлен практически отсутствующим электромагнитным сопротивлением в асинхронных трехфазных электродвигателях. Аккумуляторы, инвертор и сопутствующее оборудование могут быть установлены под заднее сиденье автомобиля или в багажник, тем самым не на много уменьшив полезное пространство транспортного средства. Синхронизация угловых скоростей, измеренных датчиками на карданном валу и на валу электромашин происходит с помощью программного обеспечения в режиме реального времени, поэтому применение КЭУ возможно и на машинах с автоматической коробкой передач.

Две основные электроцепи (высокого и низкого напряжения) обеспечивают независимое питание бортовой электроники и электромоторов. Также в цепь включены конденсаторы для сглаживания падений напряжения в электроцепи в случае быстрого старта, например, при спортивном режиме работы установки. Расчетное время движения без подзарядки в режиме электротяги на скоростях до 25 км/ч – 30 км.

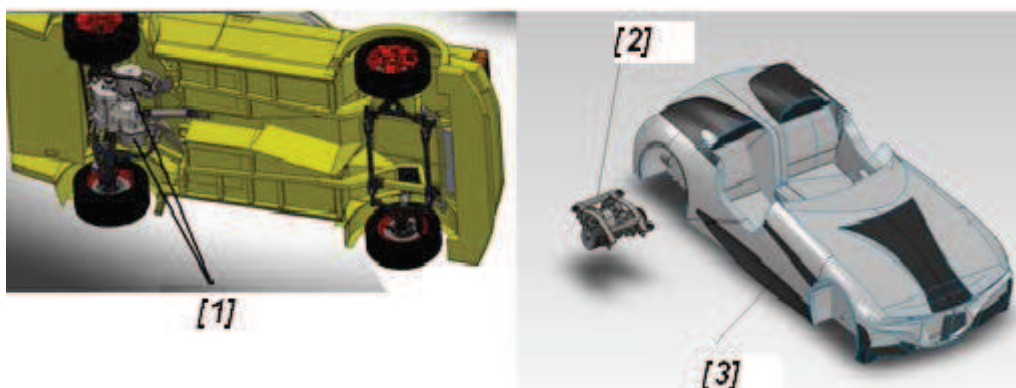


Рисунок 2. Установка КЭУ на автомобиль: 1 – асинхронные обратимые электромашин, 2 – КЭУ, 3 – кузов автомобиля BMW

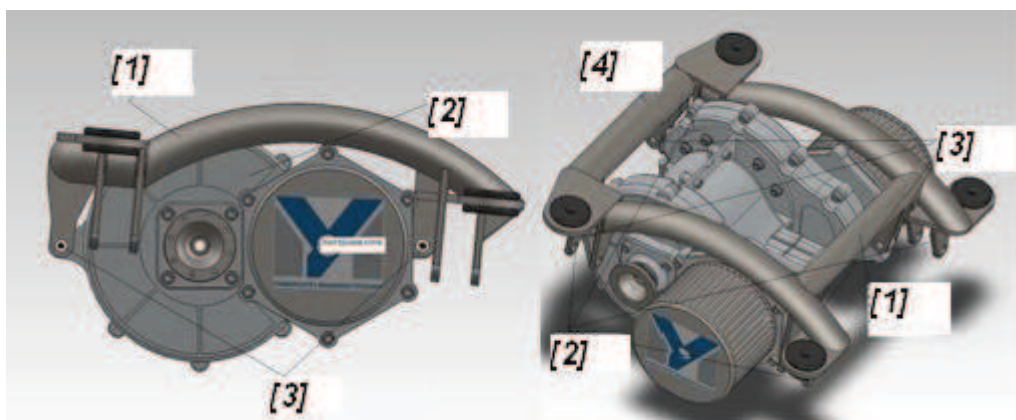


Рисунок 3. Установка КЭУ на подрамнике: 1 – подрамник, 2 – картер дополнительной передачи, 3 – места крепления КЭУ к подрамнику, 4 – картер главной передачи

Удобство эксплуатации и обслуживания на специализированных пунктах проявляется в возможности монтажа/демонтажа как отдельно комбинированной энергетической установки, так и ее наиболее массивных частей, таких как картер главной передачи (4), картер передачи электродвигателя (2), электродвигатель с платой крепления. Бесколлекторные электромашины не требуют обслуживания щеточного узла, таким образом, обслуживание сводится к своевременной замене трансмиссионного масла. Использование литий-полимерных аккумуляторов, отличительной чертой которых является низкий вес и высокая токоотдача, в сочетании с передовым программным обеспечением, позволяют свести к минимуму сервисное обслуживание накопителей энергии даже в холодных климатических условиях.

Предлагаемые циклы движения автомобиля с комбинированной энергетической установкой:

1) движение на скоростях до 25 км/ч осуществляется на электротяге. Имеется возможность

- подключать ресурсы двигателя внутреннего сгорания. Токоотдача аккумуляторов не превышает 75% в целях увеличения срока службы накопителей энергии;
- 2) движение на скоростях от 25 до 120 км/ч осуществляется в комбинированном режиме с возможностью отключения электродвигателей. Токоотдача аккумуляторов не превышает 60% в целях увеличения срока службы накопителей энергии;
 - 3) движение на скоростях выше 120 км/ч осуществляется только за счет ресурсов двигателя внутреннего сгорания;
 - 4) режим неэкстренного (служебного) торможения осуществляется за счет перевода асинхронных электромашин в режим рекуперации энергии (при реализации 1/3 хода педали тормоза);
 - 5) внедорожный режим осуществляется путем подключения электродвигателей с выравниваем угловых скоростей на полуосях автомобиля, тем самым создавая эффект заблокированного межколесного дифференциала;
 - 6) спортивный режим осуществляется путем комбинирования мощностей от двигателя внутреннего сгорания и асинхронных электромашин, токоотдача аккумуляторов приближена к 100%.

Выводы

В период поэтапного перехода от использования в транспортных средствах двигателей, работающих на нефтяном топливе, к электродвигателям, следует использовать автомобили с комбинированными энергетическими установками, учитывая все положительные и отрицательные стороны как автомобилей с ДВС, так и электромобилей, в сочетании с доступными на данный момент для массового производства технологиями. Автомобили с комбинированными энергетическими установками будут являться наиболее популярным типом транспортного средства на протяжении ближайших пятидесяти лет.

Литература

1. Бахмутов С.В., Селифонов В.В. Экологически чистый городской автомобиль с гибридной силовой установкой // Наука – производству. НТП «Вираз-центр», 2001, № 7.
2. Экспериментальный многоцелевой гибридный автомобиль / А.Л. Карунин, С.В. Бахмутов, В.В. Селифонов, А.В. Круташов, Е.Е. Баулина, К.Е. Карпухин, Е.В. Авруцкий // Автомобильная промышленность, 2006, № 7.
3. Селифонов В.В., Баулина Е.Е. Устойчивость и управляемость автомобиля при переменной схеме привода. – М.: МГТУ «МАМИ», 2006.
4. Селифонов В.В., Карпухин К.Е., Баулина Е.Е. Электромобиль особо малого класса с комбинированной энергетической установкой // Автотракторное электрооборудование, 2003, № 1.

Оценка эффективности модульной комбинированной энергетической установки при выборе электродвигателей определенного диапазона мощности

к.т.н. доц. Дементьев Ю.В, к.т.н. доц. Круташов А.В, Деев О.И.
Университет Машиностроения
oleg-deev@ro.ru. ,

Аннотация. В статье рассмотрена логика управления комбинированной энергетической установкой с функцией несимметричного изменения потока мощности. Составлен алгоритм действия КЭУ, сюжет для моделирования поведения автомобиля.

Ключевые слова: логика управления КЭУ, оценка эффективности КЭУ, модульная КЭУ, несимметричная тяга, ГСУ с несимметричной тягой.

Активное использование комбинированных энергетических установок (КЭУ) началось