

## **ЛЕГКОВОЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬ С МОТОР-КОЛЕСНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ**

Мерекекызы А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,  
г.Томск

В настоящее время в связи с уменьшением запасов природных энергетических ресурсов, сложностью их добычи, а также, глобальным загрязнением окружающей среды все более актуальными становятся вопросы создания экологически безопасного электротранспорта. Многие компании-производители автомобилей стали заниматься проектами, связанными с электромобилями. Стоит отметить, что первые электромобили появились в начале XX века и получили большую распространенность, однако, со временем автомобили с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) их вытеснили с рынка производства. В последнее десятилетие интерес к электрическому виду транспорта сильно возрос и на сегодняшний момент времени большинство автокомпаний, вновь стали заниматься созданием экологически безопасных транспортных средств, в том числе и легковыми электромобилями.

В легковых электромобилях существуют различные схемы привода, выбор которых зависит от многих факторов: грузоподъемность, максимальная скорость движения, условия эксплуатации и т.д. Долгое время электродвигатель в таких машинах размещался в подкапотном пространстве, где обычно устанавливается ДВС. Позже производители стали создавать гибридные варианты электромобилей, и в этом случае электродвигатель размещался параллельно ДВС или между ДВС и трансмиссией. Сегодня, благодаря появлению новых электротехнических материалов и развитию силовой электроники, появилась возможность создания компактных мотор-колесных конструкций (МК), применяемых в качестве привода электромобилей. Такое решение позволяет существенно упростить конструкцию электромобиля.

Мотор-колесо – это обычное колесо, в котором размещается двигатель, трансмиссия и тормозное устройство. Работает такое колесо от электрической энергии, которая может быть получена с помощью бензинового двигателя и генератора или от аккумуляторных батарей. Существенное преимущество такого двигателя для авто – это высокий коэффициент полезного действия (КПД). Благодаря мотор-колесу любой автомобиль с двигателем внутреннего сгорания можно превратить в гибрид. Такая модификация позволит не только экономить топливо, но и значительно увеличить суммарную мощность силовой установки. Также мотор-колесо позволяет повысить маневренность любого автомобиля. Все выше перечисленное достигается благодаря независимой работе каждого колеса [1].

Автомобили с мотор-колесами обладают рядом существенных преимуществ перед традиционными электромобилями. К ним можно отнести: отсутствие множества сложных и тяжелых передаточных механизмов между двигателем и колесом, трансмиссии, приводных валов и дифференциалов. Также можно отметить высокую динамику: легкие и компактные электрические моторы способны развивать крутящий момент вплоть до 700 Н•м, в том числе и на низких оборотах. Управляемое мотор-колесо делает автомобиль маневренным, так как все колеса могут вращаться с разной скоростью и в разных направлениях. Кроме этого значительно упрощается конструкция важнейшей для электромобилей системы регенерации энергии торможения. Мотор-колесные конструкции обеспечивают высокую активную безопасность движения, благодаря применения всех известных электромеханических алгоритмов безопасности, типа ABS, ESP, Traction Control, Brake Assist [2].

Среди недостатков мотор-колесных конструкций можно отметить большую массу механизмов, помещаемых внутрь обода. Стоит отметить, что высокооборотные электродвигатели мотор-колес нуждаются в понижающем редукторе. Он должен быть компактным и герметичным. Редуктор добавляет несколько килограммов к общей массе колеса. Для традиционных автомобилей лишний вес в конструкции трансмиссии не критичен. Но для колес действует обратный принцип. Большая неподрессоренная масса (большая масса колеса) резко снижает комфорт и управляемость, повышает износ подвески, передает на кузов вибрации. Оптимальный вес колеса для среднеразмерного автомобиля составляет от 10 до 30 кг без учета шины. Кроме этого сложен ремонт мотор-колеса и представляет собой операцию, требующую высокой квалификации обслуживающего персонала [3].

Кроме редукторных мотор-колес бывают и прямоприводные. Основное отличие редукторных состоит в шестернях, которые находятся непосредственно в самом корпусе колеса. Как и в первом, так и во втором варианте есть свои достоинства и недостатки. Безредукторный, бесщеточный имеет более высокую надежность, коэффициент полезного действия и создает минимум шума.

Основные преимущества редукторных МК:

- низкий вес, вес редукторных МК начинается от 1,4 кг (Keyde), 2-3 кг (QQ, Vafang) до 4,5 кг (MAC);
- сочетание хороших тяговых и скоростных характеристик, хорошая эффективность в большом диапазоне частоты вращения;
- большой накат и отсутствие препятствий педалированию из-за наличия встроенного ффривила;

Недостатки редукторных МК:

- не высокая максимальная мощность, которую можно подавать на МК, для QQ и Vafang это обычно 800 Вт (1 кВт кратковременно), для MAC 1.2-1.5 кВт (2 кВт кратковременно);
- меньший ресурс без обслуживания, большая склонность к поломкам при жестких режимах эксплуатации (высокие пусковые токи и динамические нагрузки);
- отсутствие возможности рекуперации и электроторможения;
- большой шум из-за наличия и вращения шестерен [5].

Достоинства МК прямого привода:

- простота и надежность конструкции;
- наличие возможности рекуперации и электроторможения;
- более низкий шум, особенно при наличии "синусного" управления.

Недостатки МК прямого привода:

- большой вес. Вес МК прямого привода начинается от 5,3 кг, обычно 6-7 кг. Существуют мини МК прямого привода (3-4 кг), но их мощность и тяговые характеристики ниже по сравнению с редукторными МК того же веса;
- наибольшая эффективность МК достигается в достаточно узком диапазоне скоростей, т.е. например, на малых скоростях (движение в гору, по грунтам и т.д.) редукторный МК более эффективен чем МК прямого привода;
- малый накат и небольшое сопротивление педалированию [6]

В данной работе выполнен расчет мощности легкового электромобиля городского типа с приводом от мотор – колесной конструкции. Исходными данными для этого расчета послужили следующие цифры:

- масса четырех пассажиров (240 кг);

- максимальная скорость передвижения автомобиля ( $80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ )

Расчет выполнен с использованием следующих выражений:

$$N = \frac{A}{t} \text{ Вт}, \quad v = 80 \left[ \frac{\text{км}}{\text{час}} \right]; \quad (1)$$

$$N = F * v = 20 \text{ [кВт]}, \quad (2)$$

где:  $N$  – мощность, кВт;

$v$  – скорость, км/ч;

$m$  – масса, кг;

$F$  – сила, Н.

В результате расчетов определена мощность привода для среднестатистического городского автомобиля, которая составляет порядка  $N=20 \text{ [кВт]}$ .

На основании выполненных расчетов из существующих типов мотор колес выбрать мотор-колесо модели МК36-144/5000R13, которое имеет следующие характеристики:

- номинальное рабочее напряжение: 36-144 вольт;
- номинальная мощность: 5000 ватт;
- максимальная мощность: 7480 ватт;
- максимальный крутящий момент: 64.6 Н•м;
- максимальный КПД мотор-колеса: 89 %;
- максимальная скорость электромотоцикла, оборудованного такими мотор колёсами: до 90 км/час;
- предусмотрена возможность рекуперации;
- тормоз: дисковый;
- диаметр обода 13`;
- вес: 31 кг.

Важно отметить, что при использовании контроллера с функцией рекуперации для указанного мотор-колеса, существует возможность обеспечить подзарядку аккумулятора в следующих режимах:

- движение под уклон;
- движение накатом.

Для обеспечения расчетной мощности привода, рассматриваемого электромотоцикла, необходима установка четырех мотор-колес указанного типа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.bestreferat.ru/archives/74/bestref-100374.zip>.
2. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Мотор-колесо>.
3. <http://renomedent.ru/motor-koleso-o>.
4. Эблесон Дональд В. "Разрабатываемые технологии электромотоциклов", Приводная техника, 1999, № 9,10
5. Златин П.А., Кеменов В.А., Ксенович И.П. "Электромотоциклы и гибридные автомобили", М.:Агроконсалт, 2004