

УДК 621.394

СРАВНЕНИЕ КОЛЛЕКТОРНЫХ, БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА, АССИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ТЯГОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Щадинский А. А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

Для подбора тягового двигателя для электромобиля выполним анализ коллекторных двигателей постоянного тока, бесколлекторного двигателя и асинхронного двигателя выделяя их достоинства и недостатки:

Основным преимуществом коллекторного двигателя постоянного тока (КДПТ) является простота реализации плавной регулировки частоты вращения в широком диапазоне. КДПТ имеет высокий пусковой момент и большую способность к перегрузке.

Основные недостатки КДПТ (невысокая надежность, сложность эксплуатации и обслуживания) определены наличием коллекторного узла.

Бесколлекторным двигателем (БД) имеет следующие достоинства: широкий диапазон изменения частоты вращения и лёгкость регулирования; большая способность к перегрузке по моменту; при работе БД в режиме перегрузки наблюдается незначительное повышение температуры; коэффициент полезного действия выше 90%; большой ресурс, срок службы и надёжность определены отсутствием коллектора.

Недостатки БД: высокая стоимость электродвигателя; относительно сложная структура электродвигателя и управление им, сложный ремонт; невозможность использования БД без электронного коммутатора, даже для кратковременного включения, например, чтобы выяснить работоспособность;

Достоинства асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКЗ) определяются отсутствием контактов в цепи ротора: простота изготовления; относительная невысокая стоимость; невысокие затраты на эксплуатацию; высокая надёжность и долговечность в эксплуатации; ремонт относительно прост; за счёт специальной конструкции ротора (вращается в воздушном зазоре только полый цилиндр из алюминия) можно достичь малой инерционности электродвигателя.

Недостатки АДКЗ обусловлены «жесткой» характеристикой: небольшим пусковым моментом; большим пусковым током (в 5-7 раз, превышающий номинальный ток); в режиме неполных нагрузок, низкий КПД (при нагрузке в 30% от номинальной мощности, КПД с 90% может снижаться до 40-60%).

С учётом того что тяговый двигатель должен развивать мощность более 50кВт, наиболее оптимальными будем рассмотреть: КДПТ последовательного или смешанного возбуждения, БД и АДКЗ.

Эксплуатация электромобиля характеризуется произвольным чередованием режимов разгона, торможения и движения с установившейся скоростью, преодоления подъемов и спусков, кратковременных стоянок и «случайной»

нагрузки на систему тягового электропривода. В таких условиях эксплуатации на системы автоматического регулирования (САР) электромобиля поступают постоянные команды изменения управляющего воздействия. Системы автоматического регулирования электромобиля взаимодействуют с аккумуляторной батареей, преобразователями частоты и напряжения и с электрической машиной.

При выборе тяговых электродвигателей используют различные критерии оптимальности: минимум стоимости, минимум массы, минимум проводниковых материалов, минимум потерь или максимум КПД, минимальные вибро-шумовые характеристики и др.

Выбор параметров тяговых электродвигателей должен рассматриваться в комплексе со всей энергетической системой: аккумуляторная батарея – преобразователь – инвертор частоты – электродвигатель.

АДКЗ при работе от преобразователя частота-напряжение сочетает достоинства наиболее простой тяговой электрической машины переменного тока с хорошими пусковыми и регулировочными свойствами двигателя постоянного тока.

Наиболее высокий КПД имеют БД. КПД электродвигателей постоянного тока и асинхронных двигателей примерно равны. Однако за счёт частотного управления (на основе специализированных быстродействующих микроконтроллеров с набором соответствующих датчиков реализующих векторное управление) асинхронными двигателями, достигают КПД, сравнимый с КПД БД.

Наиболее полное использование энергии аккумуляторной батареи (АБ) является важным критерием при выборе типа электропривода. Электрическое торможение с рекуперацией энергии в АБ наиболее просто и эффективно достигается в БД и КДПТ с независимым возбуждением. В АДКЗ реализация этого режима сложнее, особенно в области низких частот вращения.

Для оптимизации регулирования электродвигателем желательно иметь независимое изменение тока и магнитного потока. В КДПТ с независимым возбуждением и в БД такая возможность имеется в полном объёме. Независимое изменение тока и магнитного потока в АДКЗ возможно в весьма ограниченных пределах. В КДПТ с последовательным возбуждением возможность реализации затруднительна.

БД и АДКЗ по сравнению с электродвигателем (ЭД) постоянного тока имеют существенные преимущества по массогабаритным показателям, имеют существенно меньшую стоимость электрической машины, больший ресурс и надёжность.

Достижение максимального пробега L или максимальной полезной транспортной работы $A = L \cdot m_n$, где m_n - масса перевозимого груза, а также оптимизация закона регулирования электродвигателя с целью возврата возможно большей части запасенной при разгоне электромобиля кинетической энергии в АБ. При электропитании двигателя от АБ, с применением преобразователя частоты и напряжения (инвертор), в выражении минимальная масса/электромагнитная мощность необходимо учитывать массу электронного

блока и потери в этом блоке. Значительная масса электродвигателя обычно не служит препятствием при проектировании тягового электропривода электромобиля, так как масса электродвигателя обычно не превышает 2-5% полной массы электромобиля и гораздо меньше массы аккумуляторной батареи.

Тяговые КДПТ в новых разработках электромобилей имеет смысл применять в исключительных случаях, так как их значительная стоимость и эксплуатационные недостатки не могут быть компенсированы более низкой стоимостью силового электронного управляющего блока. По сравнению КДПТ БД и АДКЗ имеют значительные преимущества по массогабаритным показателям, КПД и затратам на техническое обслуживание.