

ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЖЕНИЯ ТРАМВАЕВ

Семченков Сергей Сергеевич

*Научный руководитель — канд. техн. наук, доц. Ю.Е. Атаманов
(Белорусский национальный технический университет)*

В докладе рассматриваются особенности торможения трамвайных вагонов современных моделей. Анализируются принцип работы, конструктивные особенности, а также достоинства и недостатки различных систем торможения. Предложен вариант решения проблемы привода механического тормоза.

Начало трамвайному движению в нашей стране положил город Витебск, по улицам которого 18 июня 1898 пошли первые трамваи. В Минск трамвай появился значительно позже – в 1929 году. В воскресенье 13 октября после торжественного митинга на Привокзальной площади состоялся официальный пуск первого минского электрического трамвая. И с этого дня, на протяжении уже 77 лет с раннего утра и до поздней ночи независимо от времени года и погоды минчан перевозят по 10 маршрутам трамваи. За эти годы в Минске эксплуатировались мытищинские, усть-катавские, ленинградские, киевские, рижские, чешские, немецкие трамваи. Закономерным стало и появление в 2000 году белорусского трамвая, которых сейчас в Минске насчитывается уже более 40.

При конструировании подвижного состава большое внимание необходимо уделять тормозным системам. Различают три режима торможения трамвая:

– служебное (рабочее) – используется при нормальных режимах работы на линии для подтормаживания трамвайного вагона при требуемом ограничении скорости и для снижения скорости вплоть до полной остановки;

– экстренное (аварийное) – используется для остановки трамвайного вагона на минимальном тормозном пути в исключительных аварийных ситуациях (например, при возникновении опасности дорожно-транспортного происшествия). Однако в этом случае может наблюдаться потеря устойчивости движения трамвайного вагона на рельсовом пути и угроза повреждения его механизмов;

– стояночное (остановочное) – используется для удержания трамвайного вагона на остановке или стоянке для предупреждения возможности неконтролируемого движения под действием внешних сил (ветра, удара, уклона и др.).

Согласно ГОСТ 8802-78 «Вагоны трамвайные пассажирские» длина тормозного пути вагона с номинальной нагрузкой при торможении с начальной скорости 40 км/ч составляет при служебном торможении 60 м, при экстренном – 30 м. Однако по правилам технической эксплуатации трамвая, утвержденным Приказом Министра ЖКХ РБ от 03.09.96 № 101, п. 2.5.2 «Тормозной путь порожнего вагона при сухих и чистых рельсах со скорости начала торможения 40 км/ч должен составлять при служебном торможении не более 45 м, при экстренном – не более 21 м.

Конструкцией современного трамвайного вагона предусматривается, как минимум, три независимо действующие системы тормозов:

– электродинамический тормоз, который является служебным и обеспечивает стабильное снижение скорости вагона до скоростей 3–5 км/ч. Электродинамический тормоз основан на принципе обратимости электрических машин: двигатель работает в режиме генератора, а вырабатываемая им электрическая энергия, гасится в тормозных сопротивлениях. Этот вид тормоза при работе вагона на линии – основной;

– механический (барабанно-колодочный) тормоз с электромагнитным приводом. Тормозной барабан расположен на входном валу редуктора. Этот вид тормоза служит для полной остановки вагона при движении на малых скоростях, когда электродинамический тормоз ввиду своего принципа работы становится неэффективным. Также этот вид тормоза используется для удержания вагона на остановках и стоянках. Надежность этого тормоза обуславливается источником тормозной силы – пружиной. А для растормаживания необходимо подать на обмотку соленоида напряжение 24 В от аккумуляторной батареи. Кроме того, вагон остается заторможенным до включения режима хода;

– электромагнитный рельсовый тормоз предназначен для экстренного торможения трамвайного вагона. Он получает питание также от аккумуляторной батареи и обеспечивает торможение вагона с довольно высоким замедлением (до 4 м/с² против 2 м/с² у указанных выше видах тормоза) путем прижатия магнитных колодок к рельсу с силой 40–50 кН.

Как показывает анализ конструкций тормозных систем трамвайных вагонов, возникают проблемы обеспечения совместной работы электродинамического и механического тормоза при торможении вагона до полной остановки. Необходимо менять как алгоритм работы системы управления, так и конструкцию тормозного электромагнита (соленоида). Ведь соленоид имеет только три режима работы: отторжено, заторможено $\frac{1}{2}$ усилием и заторможено с полным усилием. Режим определяется управляющим напряжением, подаваемым на обмотку соленоида: 24 В, 7 В и 0 В соответственно. Как одно из решений, можно применить плавное, а не дискретное изменение напряжения на обмотке тормозного соленоида. Это можно реализовать путем создания электронного блока управления, который будет при помощи управляемого полупроводникового ключа изменять среднее напряжение на обмотке соленоида. Так, при снижении скорости трамвайного вагона электродинамическим тормозом ниже 8–10 км/ч, можно параллельно подключать тормозные соленоиды на пониженное напряжение, а затем постепенно снижать его таким образом, чтобы в момент отключения электрического тормоза, тормозное усилие создаваемое соленоидом и двигателем, были равны. С этого момента электрический тормоз выключается и торможение осуществляется механическим тормозом. Таким образом, нельзя исключать возможность использования предложенного метода торможения и целесообразно провести дополнительные испытания в условиях эксплуатации.

УДК 629.114.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Зизюк Владимир Васильевич

*Научные руководители – к.т.н. ЧИ. Жданович, В.П.Плищ
(Белорусский национальный технический университет)*

В статье проведено сравнение двух методик построения характеристик дизельного двигателя.

Наиболее полные сведения о параметрах двигателя дает внешняя скоростная характеристика, представляющая зависимость эффективного