

Л. С. В а ш а к и д з е, Е. Н. Н и к о л а е в а (ПГУПС, Санкт-Петербург).
Задача прицельного торможения при движении электропоезда по перегону.

Создание систем управления движением электропоезда и оптимизация энергетических затрат требует разработки алгоритма решения уравнений движения электропоезда с учетом проблемы «прицельного» торможения при заданной длине перегона. На электропоездах пригородного сообщения были попытки внедрить систему автоведения, но в связи с отсутствием встроенных датчиков на путях, как в метрополитене, координата поезда определялась с помощью системы спутникового наблюдения. Интервал получения координаты составил 2 секунды, что оказалось недостаточным для достоверной ошибки торможения примерно в 2 вагона.

Структура математических моделей режимов движения электропоезда такова:

$$\frac{d^2 S}{dt^2} = \frac{dV}{dt} = \frac{F - B - W}{G_s(1 + \gamma)},$$

где V — скорость движения, F — сила тяги, W — сила сопротивления движению, B — тормозная сила, G_s — масса электропоезда, γ — коэффициент инерции вращающихся частей, S — пройденный путь.

Движение происходит последовательно в следующих взаимосвязанных режимах:

1. Режим разгона ($B = 0$), который характеризуется плавным либо ступенчатым регулированием напряжения и токов возбуждения двигателей и заканчивается при достижении максимально допустимой скорости на перегоне. При этом F , W — нелинейные функции скорости движения и тока якоря двигателя.

2. Режим выбега ($F = 0$; $B = 0$), продолжающийся до тех пор, пока не произойдет совпадение значений скорости с максимально допустимой скоростью торможения при заданной длине перегона. Этот режим может отсутствовать.

3. Торможение состоит из трех режимов: а) Рекуперативное торможение ($F = 0$, B — тормозная сила от электрического тормоза) — нелинейная функция тока якоря двигателя.

б) Реостатное торможение ($F = 0$, B — тормозная сила от электрического тормоза). Рассматривается при плавном или ступенчатом регулировании величины тормозного резистора.

в) Дотормаживание ($F = 0$, B — тормозная сила от электрического и от механического тормоза) — нелинейные функции тока якоря и, соответственно, скорости.

Предложен алгоритм численного решения задачи с учетом особенностей режимов и их «стыковки». При ступенчатом регулировании напряжения и токов возбуждения в режимах разгона и реостатного торможения было учтено, что выключение очередной ступени вызывает резкое возрастание токов при плавном изменении скорости («жесткие» системы), число ступеней зависит от числа и способа включения обмоток трансформатора, напряжения для каждой ступени определяют по допустимым изменениям силы тяги при пуске.

Результатом численного моделирования является максимально допустимая скорость движения при заданной длине пути и зависимости токов якоря, возбуждения от времени, тягово-энергетические характеристики.