

## Широтно-импульсная модуляция в системах управления порошковыми тормозами

Руктешель О.С., Кусяк В.А., Ле В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Порошковые электромагнитные тормоза (ПЭТ) широко используются в стендовых условиях при имитации сопротивления движению мобильных машин. Объектом исследования является процесс автоматического управления ПЭТ модели ПТ-250М с номинальным тормозным моментом 2500 Н·м, установленным на отладочно-испытательном комплексе БНТУ. Стратегия управления порошковым электромагнитным тормозом оказывает значительное влияние на точность и достоверность результатов проведенных экспериментов. Требуемый момент сопротивления электромагнитного тормоза достигается путём регулирования напряжения на его обмотках возбуждения. Для этой цели целесообразно использовать электронную схему на основе транзисторного ключа. При этом в качестве управляющего используется цифровой сигнал с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), позволяющий изменять среднее значение напряжения на нагрузке вариацией скважности импульсов.

В основу алгоритма управления положена зависимость тормозного момента ПЭТ от скорости движения автомобиля по передачам, т. е.  $M_T = f(V_A, N)$ . При отличии между требуемым и фактическим тормозным моментом порошкового тормоза более чем на 10 Н·м изменяется скважность ШИМ-сигнала, подаваемого на транзисторный ключ, что приводит к изменению напряжения на обмотках возбуждения ПЭТ и корректировке момента сопротивления электромагнитного тормоза.

Обратная связь по моменту сопротивления ПЭТ обеспечивается комплектом из четырех тензометрических датчиков, соединенных по мостовой схеме и установленных на динамометрической скобе порошкового тормоза. Для усиления сигнала выводы металлических тензометров датчика заведены на микрочип с двумя операционными усилителями, работающими по каскадной схеме.

Разработанная программно-аппаратная платформа управления порошковым электромагнитным тормозом позволяет регулировать тормозной момент ПЭТ путем изменения коэффициента заполнения площади ШИМ-сигнала, подаваемого на затвор полевого транзистора. Предлагаемая стратегия управления дает возможность имитировать переменное сопротивление движению автомобиля в стендовых условиях с точностью до 10 Н·м, что способствует приближению условий проведения полунатурного эксперимента к реальным условиям эксплуатации.