

Автоматические тормоза электроподвижного состава

Теоретическое занятие

Специальность: 23.02.06 Техническая эксплуатация
подвижного состава железных дорог

МДК 01.01 Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного
состава (электроподвижной состав)

Тема 1.3 Устройство и техническое обслуживание тормозного оборудования

Преподаватель: Кривицкий А.В.

Устройство и техническое обслуживание тормозного оборудования

Тормоза подвижного состава предназначены для регулирования скорости движения, остановки поезда и удержания подвижного состава на месте. В процессе движения на поезд действуют силы F_{Π} , различные по своему характеру и направлению. Различают силы внутренние и внешние. Внутренние силы возникают в основном в подшипниках качения механических частей подвижного состава, коллекторно-щёточном аппарате тяговых двигателей. Внешние силы подразделяются на управляемые (силы тяги F_T и торможения B_T) и неуправляемые (силы сопротивления движению W – основные и дополнительные). Кроме того, при любом изменении скорости движения на поезд действует сила инерции.¹

В зависимости от соотношения управляемых и неуправляемых сил, поезд может двигаться с ускорением, с замедлением или с равномерной скоростью:

$$F_{\Pi} = F_T - W \text{ – режим тяги,}$$

$$F_{\Pi} = B_T + W \text{ – режим торможения,}$$

$$F_{\Pi} = -W \text{ – режим выбега.}$$

Сила тяги – внешняя движущая сила, которая создаётся тяговыми электродвигателями локомотива или МВПС при взаимодействии с рельсами. Она приложена в месте контакта колёс с рельсами в направлении движения. Для остановки поезда необходимо исключить действие силы тяги, то есть отключить тяговые двигатели локомотива. Однако, поезд продолжит движение по инерции за счёт накопленной кинетической энергии и до полной остановки пройдёт значительное расстояние, так как силы сопротивления движению поезда значительно меньше его кинетической энергии. Чтобы обеспечить остановку поезда в требуемом месте или снижение скорости движения на определённую величину необходимо искусственно увеличить силы сопротивления движению.

По одному из законов механики (закон движения центра тяжести) остановить поезд или замедлить его движение можно только с помощью внешних по

¹ Дайлидко А.А. Конструкция тепловозов, дизель-поездов и рельсовых автобусов: учебное пособие. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018.

отношению к нему сил. Движущийся поезд взаимодействует с окружающей атмосферой и рельсами. Так как сопротивление атмосферного воздуха мало, при расчётах его не учитывают. Следовательно, силы, останавливающие поезд, возникают в точках касания колеса с рельсом.

Устройства, применяемые в поездах для создания искусственного сопротивления движению, называются тормозами, а силы, создающие искусственное сопротивление движению – тормозными силами. Тормозные силы и силы сопротивления движению гасят кинетическую энергию движущегося поезда.

Способы создания тормозных сил

Фрикционный способ. Сила сопротивления движению создаётся при трении тормозных колодок о поверхность катания колес подвижного состава или специальных накладок о поверхность тормозных дисков. В этих случаях кинетическая энергия поезда преобразуется в теплоту, нагревающую трущиеся детали и рассеиваемую в окружающую среду (рис. 1).

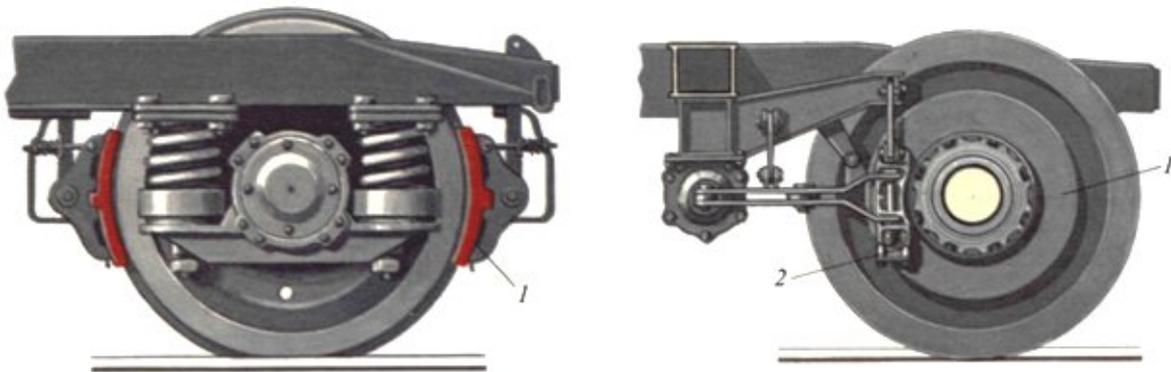


Рисунок 1. Колодочный и дисковый тормоза

1 – тормозная колодка; 1 – тормозной диск, 2 – тормозная накладка

Реверсивный способ заключается в переключении двигателей на режим заднего хода: на локомотивах с гидропередачей – гидродинамический тормоз, применение контрпара на паровозах, включение контртока на локомотивах с электрическим приводом (аварийный режим).

Аэродинамическое торможение осуществляется за счёт увеличения воздушного сопротивления движению созданием дополнительной турбулентности потока воздуха, обтекающего движущийся поезд. Это достигается изменением формы движущегося подвижного состава и увеличением площади его поперечного сечения. Для этого на крыше головного и хвостового вагонов размещают аэродинамические системы, применяемые при экстренном торможении, в виде лопастей или выдвигающихся из кузова вагонов специальных закрылок (рис. 2).

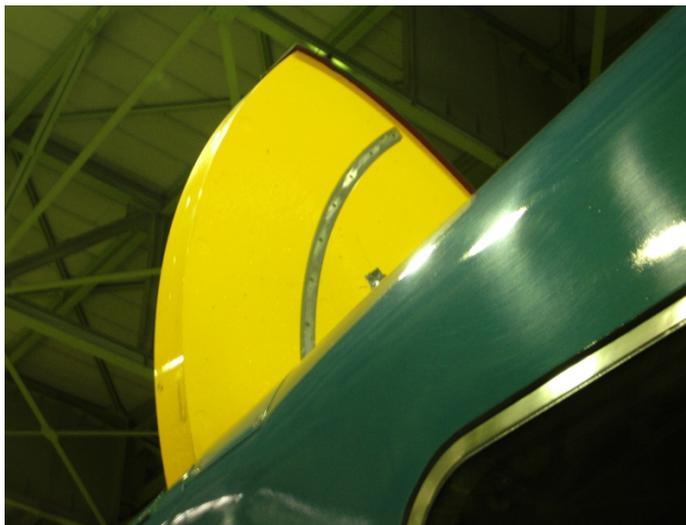


Рисунок 2. Закрылка аэродинамического тормоза

Динамическое торможение осуществляется переводом тяговых двигателей в генераторный режим на локомотивах и МВПС с электрической передачей (принцип обратимости электрических машин), что вызывает изменение направления электромагнитного момента электрической машины. Чтобы преодолеть этот момент необходимо приложить кинетическую энергию движущегося поезда. Это торможение бывает рекуперативным, когда вырабатываемая электрическая энергия возвращается в контактную сеть, или реостатным при котором электрическая энергия поступает на специальные тормозные резисторы и превращается в тепло, которое рассеивается в окружающую среду.

Магниторельсовый способ осуществляется прижатием тормозного башмака к рельсу, за счёт чего создаётся сила трения башмака о рельс (рис. 3).

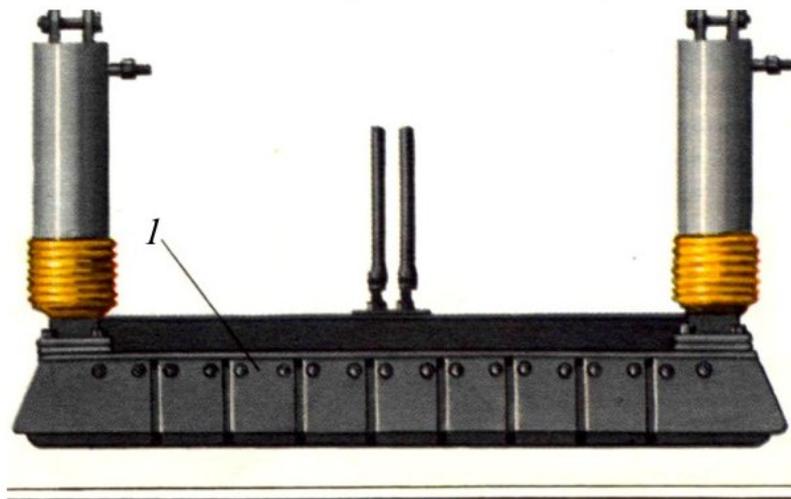


Рисунок 3. Магниторельсовый тормоз

1 – башмак с электромагнитами

Вихретоковый способ осуществляется при взаимодействии силовых линий электромагнитного поля, создаваемого электромагнитами тормозных башмаков и силовых линий электромагнитного поля, возникающего вокруг рельсов при протекании в них тягового тока.

Способы регулирования тормозной силы

Важной характеристикой тормоза является его способность максимально использовать коэффициент сцепления колёс с рельсами. Неполное использование сцепления имеет место в процессе наполнения тормозных цилиндров, т.е. когда тормозная сила ещё не достигла максимального значения. Поэтому при допустимых условиях по продольным динамическим усилиям в поезде и заклиниванию колёсных пар стремятся к минимальному времени наполнения тормозных цилиндров.

Коэффициент сцепления уменьшается с ростом скорости движения, что вызывает необходимость регулирования тормозной силы. Для тормозов грузового типа большое значение в использовании сцепления имеет соответствие между тормозной силой и весом вагона, поскольку сила сцепления зависит от нагрузки колёсной пары на рельсы. Для тормозов пассажирского поезда большое значение в использовании сцепления имеет соответствие между тормозной силой

и скоростью движения. Поэтому с целью исключения заклинивания колёсных пар применяется весовое и скоростное регулирование тормозной силы².

Весовое регулирование. Соответствие между тормозной силой и весом вагона применяется в основном в тормозах грузовых поездов и достигается ручным переключением режимов торможения или применением на грузовых вагонах авторежимов, которые автоматически регулируют тормозное нажатие в зависимости от загрузки вагона. Воздухораспределитель грузового типа имеет три режима торможения: порожний, средний и гружёный. Переключение режимов выполняется вручную в зависимости от загрузки вагона, приходящейся на ось. Каждому режиму торможения соответствует определённое давление в тормозном цилиндре.

Скоростное регулирование. Учёт изменения тормозной силы при уменьшении коэффициента сцепления при высоких скоростях движения сводится к увеличению нажатия на колодку повышением давления в тормозном цилиндре. В процессе уменьшения скорости при торможении переключение с высокого нажатия (K_2) на пониженное (K_1) выполняется автоматически специальными скоростными регуляторами при достижении конкретной скорости перехода (при $V = 50$ км/ч). Регулятор устанавливается на буксе колёсной пары. Регулирование тормозной силы осуществляется в случае применения экстренного торможения. При экстренном торможении и малых скоростях движения значение тормозной силы может превысить значение силы сцепления B_c колеса с рельсом, что резко повышает вероятность заклинивания колёсных пар.

Тормозами называют комплекс устройств, предназначенных для создания управляемых дополнительных сил сопротивления движению поезда для его остановки или регулирования скорости движения. Тормоза являются основным средством, обеспечивающим безопасность движения и рост скоростей движения поездов.

² Сазыкин Г.В. Общий курс железных дорог: учебное пособие для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2022.

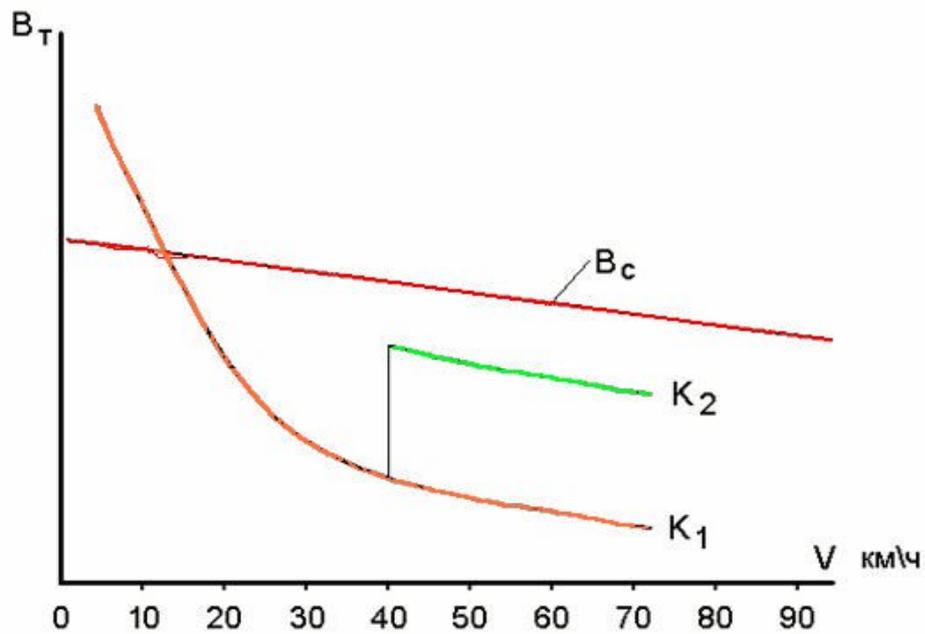


Рисунок 4. График зависимости тормозной силы от скорости движения при скоростном регулировании тормозной силы

Основным типом тормоза железнодорожного подвижного состава во всём мире является автоматический пневматический тормоз, в котором сигналы для управления тормозами передаются по пневматической магистрали при повышении или понижении давления воздуха в ней.

Пневматические устройства (воздухораспределители) воспринимают эти сигналы и при повышении давления воздуха в пневматической магистрали обеспечивают зарядку запасных резервуаров сжатым воздухом и одновременно сообщение тормозных цилиндров с атмосферой (зарядка и отпуск тормозов), а при понижении давления — сообщение запасных резервуаров с тормозными цилиндрами (торможение).

Список использованной литературы

1. Дайлидко А.А. Конструкция тепловозов, дизель-поездов и рельсовых автобусов: учебное пособие. М.: ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. – 455 с.
2. Сазыкин Г.В. Общий курс железных дорог: учебное пособие для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 231 с.
3. Федоров В.П., Ахмедов Р.Р., Сугоровский А.В., Хомич Д.И. Техническая эксплуатация железнодорожного транспорта и безопасность движения. Ч. 1. – СПб.: ПГУПС, 2017. – 61 с.