

## О ДВУХСТОРОННЕМ НАЖАТИИ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК НА КОЛЕСА ГРУЗОВОГО ВАГОНА

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На грузовых вагонах отечественного парка в настоящее время применяется одностороннее нажатие колодок на колесо. Такая тормозная система используется для вагонов с осевыми нагрузками до 245 кН и планируется с нагрузкой до 270–300 кН/ось.

На западноевропейских железных дорогах грузовые вагоны на тележках Y-25 и им подобных оснащены двухсторонним нажатием. Эти вагоны отличаются тем, что имеют винтовую упряжь, и масса грузовых поездов, как правило, не превышает 3500 т.

Расчет тормоза вагона включает в себя выбор силы нажатия тормозных элементов, которая зависит от их числа, осевой нагрузки, коэффициента трения фрикционной пары и коэффициента сцепления колес и рельса. Для вагонов с большой осевой нагрузкой при высоких скоростях начала торможения должен оцениваться тепловой режим узла трения и прочности колодок.

Длина тормозных путей различается в значительной степени у вагонов с односторонним и двухсторонним нажатием. Нормативами по определению тормозного пути при расчетном тормозном коэффициенте 0,33 (в пересчете на чугунные колодки) на площадке ( $i = 0 \%$ ) со скорости 90 км/ч для грузового поезда требуется, чтобы тормозной путь был не более 1060 м. При аналогичных условиях тормозной путь грузового поезда на западноевропейских железных дорогах не превышает 700 м.

К недостаткам одностороннего нажатия тормозных колодок следует отнести: выворачивающее действие на буксовые узлы; повышенное удельное нажатие колодки на колесо и, как следствие, меньшая величина коэффициента трения; повышенный износ колодок. Существенным недостатком является также невозможность реализации тормозных сил, допускаемых по условиям сцепления колес с рельсами для стандартных чугунных и композиционных колодок при осевой нагрузке более 160 кН.

Кроме того, при повышенных силах нажатия композиционные колодки неблагоприятно воздействуют на колесо. Это особенно проявляется при частых торможениях.

Ограничение тормозной силы определяется тремя показателями – прочностью тормозных колодок, сцеплением колеса и рельса и тепловым режимом узла колодка-колесо.

При геометрической площади композиционных колодок  $0,029 \text{ м}^2$  наибольшая допустимая сила нажатия, реализуемая при постановке воздухораспределителя на груженный режим, составляет 26 кН. Оказалось, что при таких условиях резко возрастает износ поверхности катания колес и увеличивается вероятность заклинивания колесных пар. В связи с этим устанавливается средний режим воздухораспределителя, при котором величина давления в тормозных цилиндрах 0,30–0,34 МПа, в то время как на груженом режиме 0,40–0,45 МПа.

Схема двухстороннего нажатия позволяет увеличить тормозную силу до величины, допустимой по сцеплению при максимальной загрузке вагона.

В перспективе планируется повышение скорости грузовых поездов на отдельных направлениях до 140 км/ч и больше до 160 км/ч, причем длина тормозного пути не должна превышать 1470 и 1720 м. Достичь этого можно применением двухстороннего нажатия или дискового тормоза.

Учитывая сложности с формированием и следованием поездов из вагонов, имеющих различную мощность тормозов, надо предусмотреть возможность переключения их на большую или меньшую мощность в зависимости от того, в каком поезде предусмотрено следование вагона. В этом случае конструкция отечественных воздухораспределителей, дающих возможность переключения давления в тормозных цилиндрах в зависимости от загрузки вагона (режимы Груженный, Средний, Полный нажатием колодок) может обеспечить нормальное следование в одном поезде вагонов с одно- и двухсторон-

торможения) Допускаемая по сцеплению сила нажатия (кН) тормозных колодок (из условия безюзового

$$[K] = \frac{g\psi_k k_c q_0}{n_k \phi_k},$$

где  $g$  – ускорение свободного падения;  $\psi_k$  – коэффициент сцепления колеса и рельса;  $k_c$  – коэффициент использования запаса по сцеплению при экстренном торможении;  $q_0$  – вертикальная нагрузка от колесной пары, т;  $n_k$  – число тормозных колодок на оси;  $\phi_k$  – коэффициент трения колодки.

В перспективе планируется повышение скорости грузовых поездов на отдельных участках до 140 км/ч и больше. При этом возникает проблема тепловой нагруженности колесных пар. Интенсивность тепловыделения в зоне фрикционного взаимодействия тормозных колодок и колеса – плотность теплового потока в зоне фрикционного контакта – зависит от силы нажатия тормозных колодок, скорости движения и длины тормозного пути.

Допускаемая сила  $[K]$  изменяется в зависимости от скорости при изменении коэффициента  $\psi_k$ . Однако тормозная система грузового вагона при полном служебном и экстренном торможениях обеспечивает постоянную силу нажатия. В данном случае при расчетах должна применяться фактическая сила нажатия колодок, не изменяющаяся в процессе торможения и зависящая от осевой нагрузки  $q_0$ .

Остановочное торможение вагонов характеризуется значительной тепловой нагруженностью фрикционных пар, особенно при торможении с повышенных скоростей. Оно осуществляется при постоянной силе нажатия тормозных колодок, однако коэффициент трения фрикционных материалов ТИИР-300 и ТИИР-303 нелинейно изменяется, возрастает с уменьшением скорости, что приводит к усложнению тепловых расчетов.

УДК 629.4.077

## РАСЧЕТ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ПО МЕТОДУ МСЖД (UIC) <sup>Ye</sup>

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последние годы на дорогах Беларуси все большее распространение получает подвижной состав с тормозами западноевропейского типа. В частности, мощные двухсекционные электровозы китайского производства оснащены тормозным оборудованием системы *Knorr*, усовершенствованным для вождения грузовых поездов с воздухораспределителями № 483, относящимися к разряду мягких при включении равнинного режима и полужестких на горном режиме отпуска.

Мягкие тормоза при небольшом повышении давления (примерно 0,020–0,025 МПа) после торможения полностью растормаживают, то есть имеют равнинный режим отпуска. Полужесткий тормоз с горным режимом отпуска, применяемый практически на всех дорогах Западной Европы, отличается тем, что для полного растормаживания необходимо повышение давления в магистрали почти до зарядной величины (ниже  $p_M$  на 0,01–0,02 МПа). Наибольшее распространение получили тормозные воздухораспределители типов *Knorr-Bremse*, *Oerlikon* и *DAKO*.

Горный режим отпуска не применяется на участках железных дорог, где имеются уклоны 0,018 и более.

На тепловозах маневрового парка, которые изготавливает локомотивное депо Лида, применяются воздухораспределители системы *DAKO-CV1*, обеспечивающие ступенчатый отпуск тормоза. Эти воздухораспределители различных модификаций применяются на дорогах Чехии и Словакии на пассажирских и грузовых вагонах, а с некоторыми приспособлениями – и на скоростном подвижном составе, и обеспечивают скорость тормозной волны до 280 м/с. В корпусе прибора имеется переключаемый клапан с положениями «Грузовой-Пассажирский» или «Пассажирский-Скорый», а также крышка с калиброванными отверстиями, которые соответствуют различным положениям «Грузовой», «Пассажирский», «Скорый».