

Основным фактором, который может привести к смещению груза относительно пола транспортного средства, является действие сил инерции. Наибольшая по величине сила инерции возникает в процессе торможения транспортного средства. Принято считать, что при экстренном торможении ее величина составляет 80 % от собственного веса груза, направлена она по ходу движения транспортного средства. При увеличении скорости движения автотранспортного средства возникает аналогичная, но меньшая по значению сила инерции. Ее величину принято считать равной 50 % веса груза, эта сила противоположна направлению ускорения. При изменении направления движения автотранспортного средства (поворот, смена полосы движения), на автомобиль и находящийся в нем груз действует поперечная центробежная сила инерции, направленная от центра поворота. Согласно общепринятым международным нормам, при расчете крепления груза ее величина считается равной 50 % от веса груза. При расчете сил крепления при перевозке опрокидываемого груза рекомендуется учитывать, что поперечная сила инерции равна $0,7G$. При наличии неровностей дорожного покрытия возникает вертикальная сила инерции, действующая на перевозимый груз, значение которой принимают равным 20 % от веса груза. При своей относительно небольшой величине эта сила опасна тем, что уменьшает сцепление между грузом и полом транспортного средства, соответственно, силу трения, противодействующую смещению груза.

Наш опыт разработки креплений металлопроката на автотранспортных средствах показал, что здесь имеются существенные отличия по сравнению с креплением грузов в вагонах. При перевозке грузов предприятия и организации используют различные марки автомобильного транспорта. Оказалось, что даже при одинаковых размерах кузова автомобиля в плане кольца для крепления грузов находятся в разных местах. Поэтому разработать единую схему размещения и крепления грузов, пригодную для применения на различных автомобилях невозможно.

Для крепления грузов в автотранспорте используют способ блокировки, крепление растяжками, прижатие груза к полу автомобиля. При креплении грузов способом блокировки необходимо помнить о прочности бортов. Применение растяжек требует расчетов, гарантирующих прочность крепежных средств и транспортируемого объекта. При прижатии груза к полу кузова следует подобрать количество крепежных ремней таким образом, чтобы силы инерции не смогли сдвинуть груз относительно пола. Непосредственная установка груза на пол приводит к необходимости применения большого числа ремней, поэтому целесообразно использование комбинированного способа, связанного с совместным использованием ремней и ковриков противоскольжения. При этом, если используются специальные ложементы, на которые укладывается металлопрокат, то надо также анализировать возможность смещения транспортируемого груза относительно ложементов.

Таким образом, для обеспечения безопасной транспортировки металлопроката автотранспортом надо тщательно прорабатывать схемы крепления, учитывая особенности динамических нагрузок, действующих на груз при транспортировке.

УДК 629.423.1: 62-592

ИССЛЕДОВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТОРМОЗА ЭЛЕКТРОВОЗА БКГ1

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Электровозы БКГ1 и БКГ2 в отличие от остальных локомотивов, эксплуатируемых на Белорусской железной дороге, оборудованы композиционными тормозными колодками при одностороннем нажатии на колесо. Особенностью этих колодок является стабильность коэффициента трения при изменении скорости движения. Поэтому они эффективны на больших скоростях. В то же время при стоянке величина тормозной силы, создаваемой вспомогательным тормозом электровоза БКГ1, недостаточна для удержания поездов на уклонах, что было выявлено в эксплуатации. В связи с этим для электровозов БКГ1 принят особый порядок действий при трогании с места после остановки на перегоне.

Целью исследований являлось определение максимальной массы поездов, которые можно удерживать вспомогательным тормозом на участках пути с различными уклонами. При исследованиях тормозную силу определяли расчетом и инструментальными измерениями. Расчеты произво-

дили в соответствии с рекомендованной производителем методикой. Сила нажатия на одну тормозную колодку при давлении в тормозных цилиндрах 0,425–0,455 МПа составляет 41,51–44,57 кН, а тормозная сила электровоза – 166–178,3 кН при значении коэффициента трения 0,25, как для стоячного тормоза.

При экспериментальном определении тормозной силы после выставления на путь одной секции электровоза между автосцепками испытываемого объекта и маневровым тепловозом устанавливали динамометр. На первом этапе испытаний затормаживали вспомогательным тормозом одну тележку. Затем плавно увеличивали силу тяги тепловоза до момента трогания электровоза. В момент начала сдвига фиксировали силу на динамометре. Опыт повторяли три раза. На втором этапе затормаживали вторую тележку, а первую отключали. Испытания проводили аналогичным образом. На третьем этапе испытаний затормаживали обе тележки. Давление в тормозных цилиндрах при торможении устанавливалось равным 0,45 МПа.

На секцию электровоза при испытаниях действовали тормозная сила, силы основного сопротивления движению при трогании с места и сопротивления от уклона пути. Принимая силы основного сопротивления и от уклона пути постоянными, можно записать:

$$F_{T1} = B_{T1} + W_0 + B_i; F_{T2} = B_{T2} + W_0 + B_i; F_{Tc} = B_{Tc} + W_0 + B_i,$$

где F_{T1}, F_{T2}, F_{Tc} – силы трогания с места секции электровоза при затормаживании соответственно 1-й, 2-й и двух тележек одновременно; B_{T1}, B_{T2}, B_{Tc} – тормозная сила секции электровоза при затормаживании соответственно 1-й, 2-й и двух тележек секции одновременно; W_0 – сила основного сопротивления движению при трогании с места; B_i – сила от уклона пути (со знаком «плюс» на подъеме, со знаком «минус» – на спуске).

Учитывая, что $B_{T1} + B_{T2} = B_{Tc}$, из условия баланса сил с учетом указанных выше зависимостей можно записать: $F_{T1} + F_{T2} - F_{Tc} = W_0 + B_i$. Используя экспериментальные данные, получили $B_{T1} = 44,3$ кН, $B_{T2} = 45$ кН, $B_{Tc} = 89,3$ кН. Полная тормозная сила электровоза составила $B_{Tc} = 2B_{T1} = 178,6$ кН. Как видно, результаты эксперимента очень хорошо согласуются с результатами теоретических расчетов.

Также была проверена возможность использования на электровозах серии БКГ-1 чугунных секционных тормозных колодок, применяемых на электровозах серии ЧС-4. Эти колодки после соответствующей обработки посадочных мест прилегания к башмакам были установлены на электровоз БКГ-1 и притерты к колесам. Испытания проводили по той же методике. Тормозная сила электровоза при чугунных колодках составила более 330 кН, что примерно на 90 % больше, чем при композиционных колодках.

Расчет максимальной массы поезда для удержания на месте вспомогательным тормозом производим из условий равенства скатывающих и тормозных сил, действующих на поезд:

$$B_{Tc} = 10^{-2} Q_{п} i,$$

где $Q_{п}$ – масса поезда, т; i – уклон пути, ‰.

Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Максимальная допускаемая масса поезда из условия удержания вспомогательным тормозом на стоянке

Материал колодок	Тормозная сила, кН	Максимальная допускаемая масса поезда $Q_{п}$, т, при уклоне i , ‰									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Композиция	166*	16600	8300	5500	4150	3300	2750	2350	2050	1850	1650
	178	17800	8900	5900	4450	3550	2950	2550	2200	1950	1800
Чугун	330	33000	16500	11000	8250	6600	5500	4700	4100	3650	3300

* Значение тормозной силы при минимальном допускаемом давлении в тормозном цилиндре $p_{\min} = 0,425$ МПа.

При расчете допускаемой массы поезда сопротивлением движению при трогании с места пренебрегали. Несмотря на то, что для удержания поезда на месте более эффективными оказываются чугунные колодки, их применение нецелесообразно, так как это приведет к увеличению длины тормозного пути электровоза при торможении с высоких скоростей движения.

Приказом от 28.01.2016 № 96НЗ таблица со средними значениями допускаемой массы поезда (для давления в тормозных цилиндрах 0,44 МПа) при композиционных колодках внесена в качестве дополнения в Порядок применения отдельных положений Правил технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава на Белорусской железной дороге. Эти сведения являются справочными для локомотивных бригад. На основании данных таблицы машинист принимает решение о порядке действий при трогании с места после остановки на перегоне: обычном, если поезд удерживается вспомогательным тормозом, и особом, предусмотренным этим же приказом, – если не удерживается.

УДК 629.463.62-592

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОРМОЗОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В США

Э. И. ГАЛАЙ, П. К. РУДОВ, Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Тормозная система грузовых поездов в США, Канаде, Мексике и ряде других стран по единым требованиям Ассоциации Американских железных дорог (AAR) имеет один режим отпуска – бесступенчатый полный, который происходит при повышении давления в тормозной магистрали на 0,03–0,04 МПа после торможения и перекрыши. В отличие от практики стран СНГ на грузовых вагонах применяется система с «единым нажатием». Это означает, что независимо от массы порожнего или груженого вагона давление в тормозных цилиндрах не изменяется.

Поскольку в США используется английская система мер, в которой применяются фунт в качестве единицы массы и дюйм в качестве единицы длины, то единицей давления является 1 psig, равный $\frac{\text{фунт}}{\text{дюйм}^2} \approx 0,07 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} \approx 0,007 \text{ МПа}$. Зарядное давление в тормозной магистрали грузового поезда при $p_m = 5 \text{ кгс/см}^2 \approx 0,49 \text{ МПа} \approx 71,2 \text{ psig}$. Полный отпуск после торможения происходит при повышении давления в тормозной магистрали на 4–5 psig. Такая система внедрена в 30-х годах XX века и с небольшими усовершенствованиями используется до настоящего времени. Характерным является то, что величина давления в тормозных цилиндрах при торможении не зависит от величины загрузки вагона, поскольку воздухораспределитель однорежимный.

В тормозных приборах сохранены металлические золотники в сочетании с резиновыми диафрагмами, клапанами и манжетами. При надлежащей системе смазки золотниковые конструкции со специальными покрытиями для трущихся поверхностей обеспечивают нормальную работу в течение 8–10 лет и минимальные коэффициенты трения до 0,03.

Грузовые вагоны, оснащенные тележками с центральным рессорным подвешиванием и односторонним нажатием колодок на колеса, аналогичны по технологической схеме и тормозному оборудованию тележкам типа ЦНИИ-ХЗ или 18-100 и им подобным. Такие вагоны оснащались в разное время воздухораспределителями серий АВ, ABD, ABDW, ABDX, а с 1978 г. принят для серийной эксплуатации DB-60 и позже его модификации. Особенностью этих приборов является бесступенчатый отпуск и независимость давления p_c в тормозных цилиндрах от загрузки вагона, в отличие от отечественных воздухораспределителей, которые имеют грузовые режимы торможения «Порожний», «Средний», «Груженный», переключаемые вручную, и дают возможность получить различные режимы отпуска тормозов – бесступенчатый на равнинном режиме и ступенчатый при установке горного режима.

Тормозной путь грузовых поездов с полногружными вагонами на Американских дорогах может достигать нескольких километров, в зависимости от скорости начала торможения, что явилось причиной широкого распространения авторежимов, обеспечивающих различную величину p_c при изменении загрузки вагона, причем изменение давления происходит бесступенчато.

Пневматические тормоза по характеристике действия относятся к категории мягких тормозов, которые могут действовать при различных зарядных давлениях в тормозной магистрали. При повышении давления в тормозной магистрали после торможения на 4–5 psig полностью растормаживают, то есть имеют равнинный режим отпуска. Благодаря этому упрощается процесс управления тормозами в многовагонных поездах на дорогах с равнинным профилем, поскольку значительно