

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТОРМОЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ПОЕЗДОВ – ФАКТИЧЕСКАЯ И ПО НОРМАТИВАМ

Наведено підсумки гальмових випробувань пасажирських потягів, облаштованих чавунними та композиційними гальмовими колодками. Вказані причини зниженої гальмової ефективності. Надані рекомендації щодо удосконалення норм та підвищення гальмової сили потягів.

Приведены результаты тормозных испытаний пассажирских поездов, оборудованных чугунными и композиционными колодками. Указаны причины снижения тормозной эффективности. Даны рекомендации по совершенствованию норм и повышению тормозной силы поездов.

The results of braking test of passenger trains equipped with cast iron and composite braking shoes have been provided; the causes of the braking efficiency decline have been stated; recommendations on improvement of the standards and increase of the train braking force have been made.

В последние годы на Белорусской железной дороге неоднократно производились испытания пассажирских поездов с чугунными и композиционными тормозными колодками на эффективность торможения. Первоначально это было связано с заметной недостаточностью тормозной мощности поездов, оборудованных чугунными колодками, при скоростях до 120 км/ч. Еще в 1994 г. приказом заместителя начальника дороги пассажирские поезда были переведены на чугунные тормозные колодки. До этого в эксплуатации находились чугунные колодки и композиционные типов 112-106 и 328-303. Колодки 112-106 (с зеленой полосой) изымались из эксплуатации.

В 2001 г. после ряда экстренных торможений особенно остро проявилась недостаточность тормозного эффекта чугунных колодок производства Ярославского электровозоремонтного и Гомельского вагоноремонтного заводов, которые использовались на Белорусской железной дороге. Это подтверждалось также многочисленными телеграфными сообщениями со стороны представителей Московской железной дороги о недостаточности тормозной силы чугунных колодок и завышении тормозных путей пассажирских поездов.

Испытания подтвердили недостаточность тормозного эффекта в поездах. В частности, испытания на перегоне Минск–Руденск показали, что расчетное нажатие на 100 т массы поезда при пневматическом торможении с начальных скоростей 95 и 70 км/ч составило 48 тс, а при электропневматическом торможении со скоростей 100 и 65 км/ч – 45 и 52 тс соответственно.

Следует учесть, что тормозились поезда без пассажиров, а тормозное оборудование вагонов

было подвергнуто специальной подготовке к испытаниям в соответствии с Инструкцией по эксплуатации тормозов. Последнее исключало возможность отклонения в состоянии тормозного оборудования от предъявляемых к нему требований и соответственно влияние этих отклонений на тормозной путь.

Полученные результаты показали, что эффективность тормозов меньше требуемой по единственному наименьшему тормозному нажатию и во многих случаях меньше допускаемого минимального тормозного нажатия по нормативам Белорусской железной дороги и дорог Укрзализныци.

В 2002 г. в новой редакции Инструкции по эксплуатации тормозов подвижного состава ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 Российских железных дорог для пассажирских поездов, движущихся со скоростями до 120 км/ч, введена норма допускаемого минимального тормозного нажатия 45 тс (в инструкциях Беларуси и Украины 55 тс на 100 т массы поезда), причем скорость должна быть ограничена до 105 км/ч.

Недостаточная эффективность чугунных тормозных колодок привела к принятию решения о переводе пассажирских вагонов собственности Белорусской железной дороги на композиционные колодки.

Оказалось, однако, что это решение не привело к повышению тормозной мощности. Наоборот, тормозной путь при композиционных колодках оказался несколько больше и, кроме того, резко возросла повреждаемость колесных пар. Например, в депо Витебск число колесных пар, выкаченных из-под вагонов, увеличилось более чем в 7 раз. Аналогичные результаты и по другим вагонным депо. Главные повреждения наблюдались по выщербинам и по наварам. Увеличилось также количество ползунов.

В целом результаты испытаний соответствовали данным, полученным при экстренных торможениях пассажирских поездов в реальных условиях. Средние расчетные нажатия на 100 т массы поезда при экстренных торможениях со скоростей 40, 70 и 100 км/ч составили соответственно при пневматическом торможении 33, 46 и 49 тс, а при электропневматическом 35, 44 и 48 тс. Как известно, эффективность композиционных тормозных колодок, по сравнению с чугунными, заметно снижается при уменьшении скорости поезда.

Одновременно было произведено взвешивание вагонов и результаты сравнены с нанесенными трафаретами. Разность по tare вагонов во многих случаях была значительной, причем, как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения против фактической. Например, для отдельных вагонов, при нанесенном трафарете 52 т фактически масса вагона составила 48,15 т, а при трафарете 48 т соответственно 50,65 т. У одного вагона на разных сторонах кузова были нанесены трафареты 48 и 50 т.

Как известно, величина расчетного нажатия тормозных колодок, согласно Инструкциям по эксплуатации тормозов подвижного состава Беларуси, Украины и России, предусматривает градуировку тары пассажирского вагона 53 т и более, 48...53 т и 42...48 т. То есть расчетное (теоретическое) нажатие тормозных колодок соответствовало tare вагона как реальной, так и по трафарету.

Весьма различалась развеска тары вагона по тележкам. Разница доходила до 3,58 т при tare вагона 49,05 т (трафарет 48 т).

В то же время расчетные силы нажатия тормозных колодок были одинаковы, и параметры тормозной рычажной передачи соответствовали нормативам по tare вагона как фактической, так и по трафарету (градуировка 48...53 т), то есть плечи горизонтальных рыча-

гов при композиционных колодках составляли:  $a = 230$  мм,  $b = 420$  мм.

В соответствии с Инструкцией по эксплуатации тормозов одна колесная пара, с приводом подвагонного генератора, у всех вагонов была оснащена чугунными колодками, что также существенно уменьшает тормозную эффективность. Дополнительное сопротивление, создаваемое подвагонными генераторами, мало, особенно на высоких скоростях, и значительного влияния на тормозной путь не оказывает.

Отмечена разница в пневматической части вагонов. Например, у поезда, составленного из вагонов, прошедших заводской ремонт на Гомельском ВРЗ, давление в тормозных цилиндрах при экстренном торможении составляло 0,40...0,42 МПа. Соответственно различались выходы штоков тормозных цилиндров 120...147 мм. Как известно, норма выхода штока 130...160 мм. Однако приведенные данные не должны были оказать заметного влияния на длину тормозных путей, тем более в сторону их увеличения. Исключение составляет оборудование колесной пары с приводом электрогенератора чугунными колодками, что может понизить эффективность тормозов вагона на 5...8 %.

На тормозную эффективность пассажирского поезда существенное влияние оказывают тормозные средства локомотива. В связи с этим были произведены тормозные испытания одиночно следующей тяговой единицы поезда (тепловоза ТЭП-60). При нормативном расчетном нажатии 56 тс на 100 т массы тепловоза фактические средние расчетные нажатия составили 29, 39 и 47 тс при скоростях начала торможения 40, 70 и 100 км/ч соответственно.

В табл. 1 приведены результаты испытаний пассажирских поездов с чугунными и композиционными тормозными колодками, проводившихся на Белорусской железной дороге с 2001 г.

Таблица 1

Эффективность экстренных торможений

Скорость, км/ч	Вид торможения	Тип колодок	Уклон, ‰	Тормозной путь, м	Тормозной коэффициент
60	ПТ	Ч	-2,7	290	0,56
80	ПТ	Ч	1,7	500	0,55
95	ПТ	Ч	-3,1	850	0,49
100	ЭПТ	Ч	0	820	0,49
80	ЭПТ	Ч	0,4	430	0,59
60	ЭПТ	Ч	2,8	235	0,57
65	ЭПТ	Ч	-0,9	320	0,52
100	ЭПТ	Ч	2,4	820	0,45

Скорость, км/ч	Вид торможения	Тип колодок	Уклон, ‰	Тормозной путь, м	Тормозной коэффициент
95	ПТ	Ч	2,4	750	0,480
70	ПТ	Ч	-4,5	450	0,480
70	ПТ	Ч	-7,4	480	0,480
40	ПТ	К	0,1	184	0,310
40	ЭПТ	К	0,0	142	0,360
70	ПТ	К	0,0	410	0,485
70	ЭПТ	К	-2,2	380	0,494
100	ПТ	К	0,7	828	0,495
100	ЭПТ	К	1,3	802	0,477
70	ПТ	К	0,0	448	0,434
100	ПТ	К	0,0	865	0,486
70	ЭПТ	К	-1,1	470	0,380
40	ЭПТ	К	1,0	141	0,355
40	ПТ	К	1,4	166	0,340
100	ЭПТ	К	-0,7	835	0,476

Был проведен анализ химического состава чугунных тормозных колодок. Отмечены некоторые нарушения в структуре и в химическом составе чугуна. В некоторых партиях колодок отмечено завышение содержания кремния до 1,34...1,8 % против требуемого по норме 0,7...1,2 % и фосфора – до 0,78 % против максимального содержания 0,5 %. Структура чугуна неоднородна, имеет пористости.

Были также произведены теоретические исследования тормозной эффективности пассажирских поездов с учетом действительных сил нажатия и коэффициентов трения тормозных колодок и реальных параметров тормозной системы. Расчеты показали, что конструктивные характеристики рычажной передачи и регламентированные фрикционные свойства тормозных колодок различных типов не всегда позволяют обеспечить нормативную тормозную эффективность. Расчетные силы нажатия чугунных и композиционных тормозных колодок

на ось различных типов вагонов, приведенные в инструкциях, завышены. В частности, они не учитывают влияние пружин автоматических регуляторов тормозных рычажных передач на силу нажатия. При расчете обеспеченности тормозами пассажирского поезда, оборудованного композиционными колодками, не учитывается снижение тормозной эффективности из-за постановки чугунных колодок на редукторных осях и, кроме того, из-за снижения коэффициента трения применяемых в настоящее время колодок ТИИР-303 по сравнению с ранее применяемыми.

В табл. 2 приведены результаты расчетов длины тормозного пути экстренного торможения пневматическим тормозом для вагона массой 52 т. Расчеты выполнены как по нормам Правил тяговых расчетов (ПТР), так и по уточненной методике с учетом реальных параметров тормозной системы (типа используемых колодок, наличия авторегулятора со стержневым приводом и т. д.).

Таблица 2

## Расчетные значения тормозного пути

Скорость, км/ч	Тормозной путь, м			
	По ПТР	ТИИР-308	ТИИР-308	Чугун
120	951	1162	1067	1035
100	651	805	743	707
80	411	516	479	445
60	231	294	276	249
40	108	138	132	115

Примечание. ТИИР-308 на редукторных осях чугунные колодки

Из табл. 2 видно, что тормозные пути при различных вариантах использования колодок (ГИИР-308, чугун) превышают расчетные значения по ПТР. Наиболее короткие тормозные пути при скоростях движения до 120 км/ч обеспечиваются чугунными колодками, что подтверждается проведенными испытаниями.

Таким образом, недостаточную тормозную эффективность пассажирских вагонов и на чугунных и на композиционных колодках нельзя полностью отнести за счет низкого качества тормозных колодок или имеющихся нарушений в устройстве тормозной рычажной передачи.

В то же время по действующим нормативам эффективность тормозов пассажирских вагонов должна быть значительно выше. При скоростях движения до 120 км/ч норма единого наименьшего нажатия тормозных колодок в пересчете на чугунные составляет 60 тс на 100 т массы поезда. Ни в одном случае при испытаниях эта величина достигнута не была.

Для повышения эффективности тормозов и совершенствования методики расчета обеспеченности пассажирского поезда тормозами следует:

1. Более четко определить нажатие тормозных колодок по развеске вагонов, установить большее число градаций тормозной рычажной передачи по длине горизонтальных рычагов и массе тары вагона.

2. Ограничить применение композиционных тормозных колодок на пассажирских вагонах при скоростях движения до 120 км/ч, хотя их износостойкость значительно выше, чем у чугунных.

3. При использовании композиционных колодок на вагонах редукторные оси оборудовать также композиционными тормозными колодками независимо от максимальных скоростей движения поезда.

4. Ввести нормы расчетных сил нажатия композиционных колодок на ось вагонов без пересчета на чугунные колодки как для пассажирских, так и для грузовых вагонов.

5. Разработать номограммы или таблицы тормозных путей для поездов, оборудованных композиционными колодками, по расчетному тормозному коэффициенту без пересчета на чугунные колодки с учетом влияния авторегулятора.

6. После капитального ремонта массу тары вагона наносить на кузов после взвешивания на весах.

7. Провести исследования и разработать мероприятия (конструктивные, технологические и организационные) по повышению тормозной эффективности пассажирских поездов.

Поступила в редколлегию 22.09.2005.