

Условия эксплуатации вагонов-контейнеров в железнодорожных поездах специального формирования

А. М. БРЖЕЗОВСКИЙ, Н. М. ВОЛУЙСКИЙ

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» (АО «ВНИИЖТ»),
Москва, 129626, Россия

Аннотация. Рассмотрены основные технические характеристики, показатели динамических качеств и параметры тормозной эффективности специального железнодорожного подвижного состава вагонов-контейнеров (транспортеров-контейнеров), предназначенных для перевозки радиоактивных материалов — отработавшего ядерного топлива. В соответствии с действующей нормативной документацией ОАО «РЖД» в настоящее время допускается формирование специальных поездов исключительно из транспортеров-контейнеров какого-либо одного типа, что связано с особенностями технологии обращения и транспортировки отработавшего ядерного топлива, относящейся к компетенции государственной корпорации «Росатом». Однако при этом существенно увеличиваются сроки реализации отправок специальных поездов в связи с необходимостью ожидания готовности транспортеров, обусловленной неодновременностью поставок какого-либо одного вида комплектов сборок с отработавшим ядерным топливом. Практика обращения показала, что перевозка некоторых видов отработавшего ядерного топлива может производиться с совмещением транспортной операции, предполагающей объединение различных типов транспортеров-контейнеров в одном эшелоне, но при этом требуется откорректировать отдельные нормативные документы ОАО «РЖД». С этой целью по обращению корпорации «Росатом» проведен необходимый комплекс экспериментальных работ. Представлены результаты контрольных ходовых динамических, стационарных и ходовых тормозных испытаний транспортеров-контейнеров различных типов, следующих в составе одного эшелона, на инфраструктуре Экспериментального кольца АО «ВНИИЖТ», в том числе при движении по первому кольцевому пути и по различным сочетаниям стрелочных переводов по прямому (основному) и боковому направлениям. Экспериментально доказана возможность эксплуатации транспортеров-контейнеров различных типов в составе одного эшелона с соблюдением условий обеспечения безопасности движения по нормативам динамических качеств и тормозной эффективности. По результатам испытаний разработан нормативный документ ОАО «РЖД» — Положение об условиях совместной эксплуатации специальных грузовых вагонов (транспортеров) в составе одного эшелона, утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 22 июля 2021 г. № 1591/р.

Ключевые слова: транспортеры-контейнеры; отработавшее ядерное топливо; динамические качества; тормозной путь

Введение. Одним из важных звеньев обращения с отработавшим ядерным топливом (ОЯТ) является

безопасная перевозка с территории размещения реакторных установок на долговременное хранение или радиохимическую переработку на предприятиях государственной корпорации (ГК) «Росатом». Перевозка ОЯТ — сложная транспортная и технологическая задача, требующая использования специализированных транспортных средств — транспортеров-контейнеров (ТК), транспортных упаковочных комплектов (ТУК), подъемно-транспортного оборудования, а также специальной организации перевозки [1, 2]. Железнодорожные перевозки ОЯТ, размещаемого в ТК, практически не имеют альтернатив. Выполнение этой задачи направлено на обеспечение необходимого уровня безопасности движения и проведения технического обслуживания подвижного состава при следовании по маршруту как в нормальных, так и в аварийных условиях [3]. Условия безопасности при перевозке ОЯТ должны обеспечиваться в соответствии с требованиями Правил безопасности при транспортировании радиоактивных материалов, утвержденных приказом Ростехнадзора от 15 сентября 2016 г. № 388 [4].

В соответствии с действующими нормативными документами ОАО «РЖД» поезда с ТК формируются отдельно по каждому из их типов, что обусловлено требованиями, предъявляемыми предприятиями ГК «Росатом» к реализации технологической цепочки по обеспечению транспортировки ОЯТ. Однако практика показала, что формирование поездов из ТК одного типа практически исключает оптимизацию логистических процедур по вывозу ОЯТ с предприятий ГК «Росатом» из-за несовпадения времени подготовки ТУК к перевозкам. В связи с этим в ряде случаев производится формирование поездов с различными типами ТК в одной отправке, что не предусматривается действующими нормативами ОАО «РЖД» и требует оформления дополнительных разрешительных документов.

По обращению ГК «Росатом» в ОАО «РЖД» и АО «ВНИИЖТ» с целью оценки практической возможности формирования специальных эшелонов, состоящих из ТК различных типов, и разработки проекта соответствующего нормативного документа

ОАО «РЖД» институт провел серию экспериментальных исследований и последующие расчеты применительно к эксплуатационному парку ТК, принадлежащих ФГУП «Горнохимический комбинат» (ФГУП «ГХК») (табл. 1). Решение поставленной задачи потребовало проведения экспериментальной оценки совместимости ТК различных типов как по уровням допускаемых скоростей движения в прямых, кривых участках пути и по стрелочным переводам, так и по условиям обеспечения требуемой тормозной эффективности специального поезда.

Сравнение технических характеристик показало, что ТК эксплуатационного парка ФГУП «ГХК» имеют восьми- и двенадцатиосные ходовые части, сконструированные на базе серийных грузовых тележек — двухосных (модель 18-100) и трехосных (модель 18-522А) с широким диапазоном статических осевых нагрузок брутто (от 18 до 23 тс). Все типы ТК, включенные в состав испытательного поезда, ранее

подвергались комплексным ходовым динамическим и по воздействию на путь и стрелочные переводы испытаниям на полигонах АО «ВНИИЖТ» с определением соответствия показателей взаимодействия железнодорожного экипажа и пути установленным требованиям [5, 6] и нормативам непогашенных ускорений в кривых участках пути [7]. Поэтому экспериментально определять показатели взаимодействия ТК различных типов и элементов верхнего строения пути при следовании в одном эшелоне было нецелесообразно. Методикой контрольных ходовых динамических испытаний предусматривалось применение в качестве показателей безопасности движения и качества хода ТК вертикальных и горизонтальных поперечных ускорений кузовов ТК с закрепленными в них ТУК.

С учетом разнообразия конструкций и параметров ходовых частей уровни наибольших допускаемых скоростей движения ТК составляют от 80 до 100 км/ч,

Таблица 1

Технические характеристики ТК эксплуатационного парка ФГУП «ГХК»

Table 1

Technical characteristics of container transporters (TC) of the operational fleet of FGUP «GKhK»

Параметр, размерность	Тип ТК						
	ТМ2-3	ТК-У	ТК-10	ТК-ВГ-13	ТК-13М	ТК-13Т	ТК-13Т-2
Количество осей	8	12	12	12	12	8	8
Тип тележки, их количество, ед.	18-100, 4	18-100, 6	18-522А, 4	18-522А, 4	18-100, 6	18-100, 4	18-100, 4
Длина по осям автосцепок, мм	18 360	23 410	24 000	25 300	25 300	19 020	19 020
Габарит по ГОСТ 9238–2013	1Т	1Т	02ВМ	02ВМ	02ВМ	1Т	1Т
Высота от уровня верха головки рельса до верхней точки кузова в транспортном положении, мм	5 220	5 240	21 402	4 619	4 570	4 615	4 615
База транспортера, мм	9 000	11 000	10 450	11 010	13 450	9 040	9 040
Грузоподъемность, кг, не более	128 300	130 000	120 000	135 000	126 000	116 000	116 000
Масса тары, кг, не более	54 700	83 700	73 500	75 000	84 000	55 075	55 075
Масса брутто с порожними ТУК фактическая по результатам взвешивания на Экспериментальном кольце, т	158,4	168,2	181,0	187,1	180,7	157,3	159,2
Тормоз: а) основной	Автоматический с воздушным распределителем 483А-01 на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483А на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483А-03 на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483А-03 на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483М на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483М на каждой концевой балке.	Автоматический с воздушным распределителем 483М на каждой концевой балке.
б) вспомогательный	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке	Ручной (стояночный) с приводом на три оси одной тележки	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке	Ручной (стояночный) на каждой концевой балке

что также учитывалось методикой контрольных ходовых динамических испытаний.

Подтверждение безопасности совместной эксплуатации указанных ТК потребовало также проведения экспериментальной оценки показателей работы тормозного оборудования ТК различных типов, в том числе по условиям обеспечения требуемой тормозной эффективности.

Испытания по оценке показателей динамических качеств и тормозной эффективности ТК проводились на измерительных участках пути Экспериментального кольца — филиала АО «ВНИИЖТ», ст. Щербинка Московской железной дороги (далее — ЭК). Измерительные участки полностью удовлетворяли требованиям действующих стандартов [5, 8], предъявляемым к конструкции верхнего строения пути и фактическим параметрам отступлений рельсовых нитей по геометрии, что позволило распространить полученные результаты испытаний на сеть железных дорог.

Формирование грузовых поездов на сети железных дорог производится без подборки вагонов по количеству осей и массе [9]. С учетом этого был сформирован испытательный состав поезда (эшелон), включавший в себя все типы ТК, перечисленные в табл. 1, (рис. 1): ТК-ВГ-13, ТК-10, ТК-13М, ТК-13Т-2, ТК-13Т (на рисунке не показан), ТМ2-3, ТК-У. Кузова ТК были загружены порожними ТУК, не содержащими радиоактивные сборки ОЯТ. Движение эшелона осуществлялось электровозом 2ЭВ120, в хвост поезда был поставлен вагон-лаборатория АО «ВНИИЖТ». Общая масса поезда длиной 187,5 м составила 1252 т.

Оценка безопасности движения при проведении контрольных ходовых динамических испытаний производилась по вертикальным и горизонтальным ускорениям кузова, зарегистрированным в местах опирания на концевые балки ТК. Реализации вертикальных и горизонтальных ускорений кузовов ТК анализировались в диапазоне частот 0–20,0 Гц с выборкой максимальных наблюдаемых амплитуд для каждого уровня скоростей движения с учетом квазистатических составляющих, обусловленных действием поперечных непогашенных ускорений в кривых. Максимальные наблюдаемые амплитуды ускорений сопоставлялись с соответствующими оценочными критериями, регламентированными ГОСТ 33211–2014 [8].

Опытные поездки эшелона осуществлялись на участках:

1) первый кольцевой путь ЭК (конструкция верхнего строения типовая: рельсы Р65, шпалы железобетонные с эпюрой 2000 шт. на 1 км, балласт щебеночный, радиус круговой кривой 956 м, возвышение наружного рельса 130–140 мм), включая стрелочный съезд № 108/109 (тип Р65, стрелки с гибкими острьями, сборными крестовинами марки 1/11, проект



Рис. 1. Вид опытного поезда:

1 — ТК-ВГ-13; 2 — ТК-10; 3 — ТК-13М; 4 — ТК-13Т-2;
5 — ТМ2-3; 6 — ТК-У; 7 — вагон-лаборатория

Fig. 1. View of the experimental train:

1 — TC-VG-13; 2 — TC-10; 3 — TC-13M; 4 — TC-13T-2;
5 — TM2-3; 6 — TC-U; 7 — laboratory car

№ 2851) по прямому (основному) направлению со скоростями от 40 до 100 км/ч с диапазоном непогашенных ускорений от $-0,66$ до $0,01$ м/с²;

2) стрелочные съезды № 104/105, 106/107, 108/109 и одиночный стрелочный перевод № 103 (все типа Р65, стрелки с гибкими острьями, сборными крестовинами марки 1/11, проект № 2851) по ответвленному направлению со скоростями до 25 км/ч;

3) одиночный стрелочный перевод № 137 (комбинированный типа Р65, стрелка с гибкими острьями и приварными рельсовыми окончаниями, проект № 2956, с крестовиной с непрерывной поверхностью катания с усиленным поворотным сердечником по проекту № 2561) по ответвленному направлению со скоростями до 40 км/ч.

Экспериментальные зависимости ускорений, зарегистрированных при опытных заездах эшелона ТК со скоростями до 100 км/ч по первому кольцевому пути ЭК и по ответвленному направлению стрелочных переводов со скоростями до 40 км/ч, представлены на рис. 2 и 3. Анализ зависимостей показал, что при скорости движения эшелона по первому кольцевому пути 80 км/ч по транспортерам типа ТК-10 и ТК-13М уровни ускорений кузова оказались близки к нормативным значениям, но не превышали их: ТК-10 по вертикальным ускорениям и ТК-13М — по горизонтальным ускорениям.

При скоростях движения свыше 80 км/ч нормативные уровни ускорений были превышены по транспортерам типа ТК-13М — по горизонтальным ускорениям, а также ТК-ВГ-13 и ТК-10 — по вертикальным ускорениям. Превышения были зарегистрированы при движении по первому кольцевому пути со скоростями

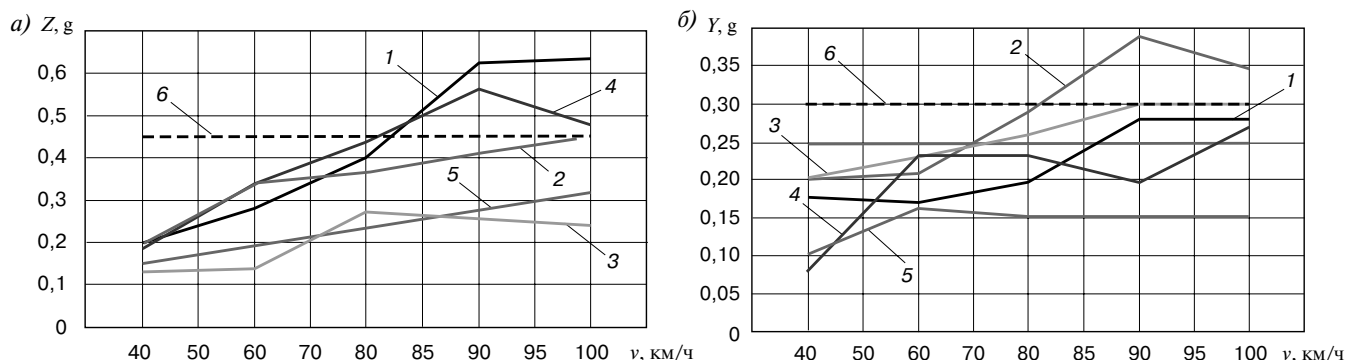


Рис. 2. Вертикальные (а) и горизонтальные (б) ускорения кузова ТК в долях g ($9,81 \text{ м/с}^2$) при движении по первому кольцевому пути ЭК: 1 — ТК-ВГ-13; 2 — ТК-13М; 3 — ТК-У; 4 — ТК-10; 5 — ТМ2-3; 6 — нормативное значение. (Достоверные данные по ТК-13Т получить не удалось)

Fig. 2. Vertical (a) and horizontal (b) accelerations of the TC body in fractions of g (9.81 m/s^2) when running along the first ring track of the Test Loop: 1 — TC-VG-13; 2 — TC-13M; 3 — TC-U; 4 — TC-10; 5 — TM2-3; 6 — normative value. (It was not possible to obtain reliable data on TC-13T)

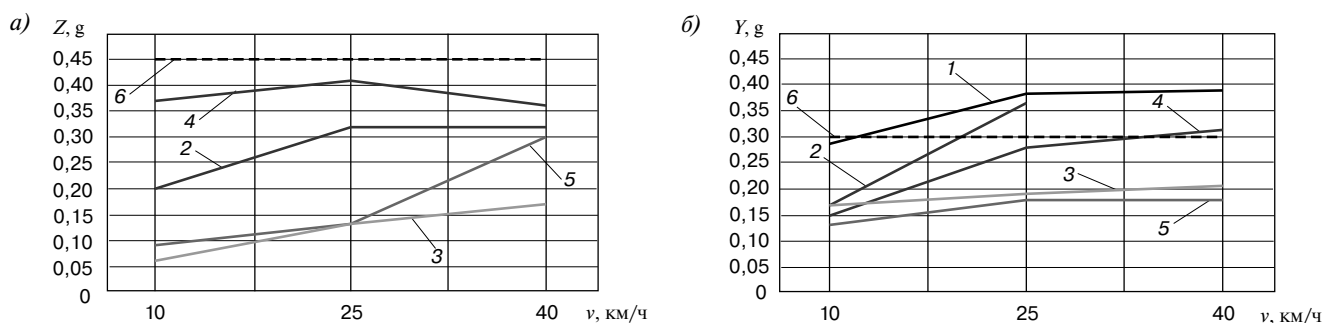


Рис. 3. Вертикальные (а) и горизонтальные (б) ускорения кузова ТК в долях g ($9,81 \text{ м/с}^2$) при движении по ответвленному направлению стрелочных переводов с крестовиной марки 1/11: 1 — ТК-ВГ-13; 2 — ТК-13М; 3 — ТК-У; 4 — ТК-10; 5 — ТМ2-3; 6 — нормативное значение. (Достоверные данные по ТК-13Т получить не удалось)

Fig. 3. Vertical (a) and horizontal (b) accelerations of the TC body in fractions of g (9.81 m/s^2) when running in the branched direction of turnouts with 1/11 cross frog: 1 — TC-VG-13; 2 — TC-13M; 3 — TC-U; 4 — TC-10; 5 — TM2-3; 6 — normative value. (It was not possible to obtain reliable data on TC-13T)

90 и 100 км/ч, близкими к «равновесной» скорости движения, т. е. к скорости, при реализации которой в кривой с параметрами устройства, соответствующими первому кольцевому пути, на неподрессоренные части железнодорожного экипажа практически не действуют центробежные и центростремительные силы (непогашенное поперечное ускорение равно нулю). Следовательно, исходя из полученных результатов скорости движения эшелона с ТК различных типов требуется ограничивать до 80 км/ч. При этом допускаемые скорости движения в кривых следует ограничивать также с учетом обеспечения нормы непогашенного ускорения в круговых кривых, равной нулю.

Из экспериментальных данных следует также, что при движении эшелона с ТК на боковое направление стрелочных переводов с крестовиной марки 1/11, находящихся в технически исправном состоянии, превышение нормативного уровня горизон-

тальных ускорений зарегистрировано при скорости движения 25 км/ч (по ТК-ВГ-13 и ТК-13М). В связи с этим, а также исходя из нормы непогашенного ускорения в круговых кривых, равной нулю, определенной по результатам контрольных испытаний, допускаемые скорости движения эшелона на боковое направление стрелочных переводов следует устанавливать: для стрелочных переводов с крестовиной марки 1/9 — 10 км/ч, 1/11 — 15 км/ч, 1/18 — 25 км/ч, 1/22 — 35 км/ч.

Тормозные испытания ТК проводились с целью оценки показателей функционирования автотормозных приборов при торможении и отпуске в движении поезда, оценки тормозной эффективности поезда и для определения возможности безопасной совместной эксплуатации ТК различных моделей. Грузовые воздухораспределители (типа 483) всех ТК были включены на средний и равнинный режимы тормо-

жения. ТК были оборудованы композиционными тормозными колодками, локомотив — чугунными тормозными колодками. Проводилась регистрация давления сжатого воздуха в тормозной магистрали в голове и хвосте поезда, во всех тормозных цилиндрах и запасных резервуарах ТК, измерялась скорость движения и пройденный при торможении путь, что позволило оценить параметры движения поезда и показатели работы тормозной системы.

На первом этапе тормозных испытаний проверялась работа тормозных устройств ТК в режиме стационарных испытаний с определением показателей на соответствие требованиям методик [10, 11]. Зарядное давление в тормозной магистрали поезда было установлено равным 0,51 МПа [12]. Выполнялись служебные торможения (СТ) с разрядкой уравнильного резервуара крана машиниста последовательно на 0,03–0,05 МПа, 0,06–0,08 МПа и 0,09–0,11 МПа, полные служебные торможения (ПСТ) и экстренные торможения (ЭТ). Результаты стационарных испытаний показали, что максимальное давление в тормозных цилиндрах ТК в составе поезда соответствует применяемым ступеням и видам торможения, остаточное давление в запасных резервуарах после выполнения всех видов торможений обеспечивает требуемое давление в тормозных цилиндрах для выполнения последующих торможений [13], процессы наполнения тормозных цилиндров при торможении и выпуска воздуха из тормозных цилиндров при отпуске, протекающие в рабочих полостях приборов пневматического тормоза ТК в составе поезда, обеспечивают требуемый уровень управляемости тормозной системы.

На втором этапе тормозных испытаний в режиме ходовых испытаний для каждой скорости начала торможения (40, 60, 80, 90 км/ч) выполнялись СТ с разрядкой уравнильного резервуара крана машиниста электровоза последовательно на 0,03–0,05 МПа, 0,06–0,08 МПа и 0,09–0,11 МПа, ПСТ и ЭТ.

При проведении опытных торможений по методике [11] экспериментально определялись скорость в момент начала снижения давления в тормозной магистрали, давление в тормозных цилиндрах вагонов для соответствующей ступени торможения, время наполнения тормозных цилиндров вагонов до 95% от максимального давления при СТ, ПСТ и ЭТ, тормозной путь от момента начала снижения давления в тормозной магистрали до остановки состава, время отпуска после СТ и ПСТ, среднее замедление, температура нагрева отдельных колес и колодок ТК.

Анализ результатов испытаний показал, что давление в тормозных цилиндрах ТК после ПСТ (рис. 4) практически соответствует нормативному значению, а время отпуска тормозов после ПСТ (рис. 5)

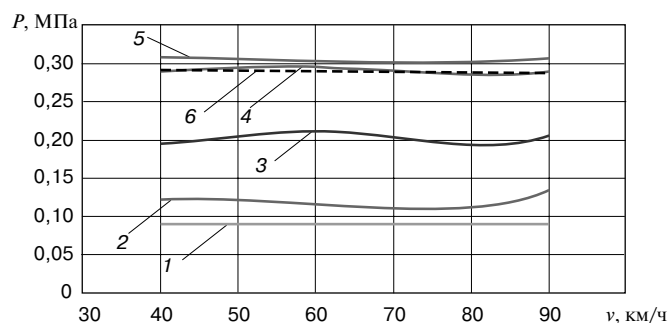


Рис. 4. Среднее давление (P) в тормозных цилиндрах ТК для соответствующего торможения:

1 — ступень 0,03–0,05 МПа; 2 — ступень 0,06–0,08 МПа; 3 — ступень 0,09–0,11 МПа; 4 — ПСТ; 5 — ЭТ; 6 — нормативное значение давления при ПСТ

Fig. 4. Average pressure (P) in the brake cylinders of the TC for the corresponding braking:

1 — step 0.03–0.05 MPa; 2 — step 0.06–0.08 MPa; 3 — step 0.09–0.11 MPa; 4 — full service braking (FSB); 5 — emergency braking (EB); 6 — standard value of pressure at FSB

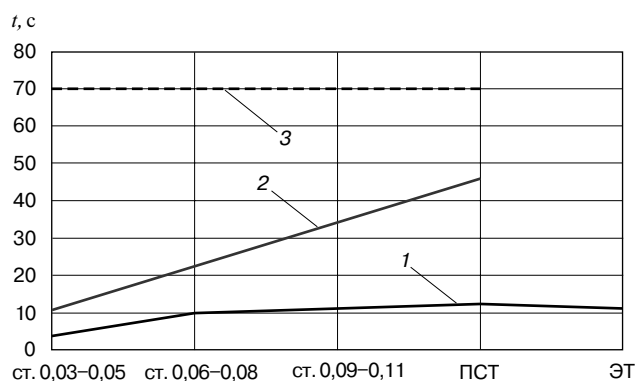


Рис. 5. Время наполнения тормозных цилиндров ТК до 95% от максимального давления и отпуска до давления 0,04 МПа: 1 — время наполнения тормозных цилиндров для различных режимов торможения; 2 — время отпуска; 3 — нормативное значение времени отпуска после ПСТ

Fig. 5. Time of filling the brake cylinders TC to 95% of the maximum pressure and release to a pressure of 0.04 MPa:

1 — time of filling the brake cylinders for different modes of braking; 2 — vacation time; 3 — standard value of the vacation time after FSB

не превысило нормативного значения [14]. Расчетom определялись показатели тормозной эффективности поезда в целом при ЭТ: тормозной путь, среднее замедление и тормозной коэффициент.

Результаты расчетов по данным ходовых тормозных испытаний представлены на рис. 6, расчетный тормозной коэффициент приведен в пересчете на чугунные колодки. Полученные при испытаниях значения тормозных путей для скоростей 80 и 90 км/ч, характеризующие тормозную эффективность поезда, пересчитаны на спуски крутизной 6 и 10 ‰ [9]. Результаты пересчета приведены в табл. 2, где также

Таблица 2

Опытные и нормируемые значения тормозных путей и расчетного тормозного коэффициента поезда

Table 2

Experienced and standardized values of braking distances and the calculated braking coefficient of the train

Начальная скорость торможения, км/ч	Максимальное опытное значение тормозного пути на площадке, м	Опытное значение тормозного пути, м, в пересчете на спуск 6 ‰/10 ‰	Значение нормативного тормозного пути, м, на спуске 6 ‰/10 ‰, не более	Максимальное значение расчетного тормозного коэффициента по результатам испытаний	Нормативное значение расчетного тормозного коэффициента
80	604	680/737	1000/1200	0,464	не менее 0,33
90	757	854/928	1300/1500	0,471	

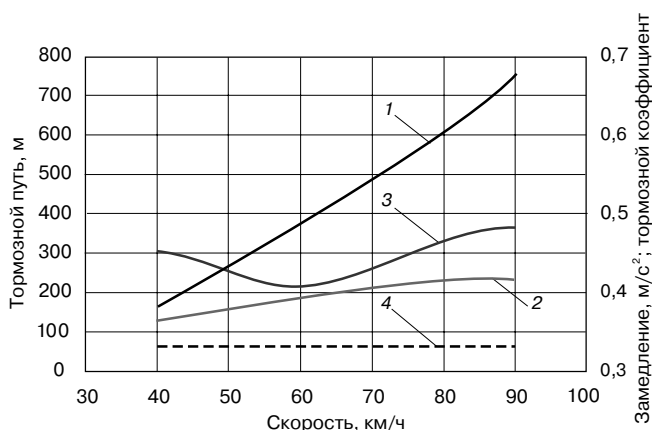


Рис. 6. Показатели тормозной эффективности поезда:

1 — длина тормозного пути поезда в зависимости от скорости торможения; 2 — замедление поезда в зависимости от скорости торможения; 3 — расчетный тормозной коэффициент поезда; 4 — нормативное значение расчетного тормозного коэффициента

Fig. 6. Indicators of the braking efficiency of the train:

1 — length of the braking distance of the train depending on the braking speed; 2 — train deceleration depending on the braking speed; 3 — calculated braking coefficient of the train; 4 — standard value of the calculated braking coefficient

показаны значения нормативных тормозных путей на указанных уклонах.

Данные, полученные при тормозных испытаниях поезда и в результате выполненных расчетов, показывают следующее:

1. Время наполнения и величина давления в тормозных цилиндрах при торможении, время выпуска воздуха из тормозных цилиндров при отпуске тормозов поезда достаточны для обеспечения функционирования тормозов ТК и их управляемости при движении поезда.

2. Тормозные пути поезда, а также условия управления тормозами и тормозная эффективность состава поезда соответствуют требованиям, регламентированным нормативными документами железных дорог Российской Федерации для скоростей движения грузовых поездов до 90 км/ч включительно.

Выводы. Результаты контрольных ходовых динамических и тормозных испытаний ТК различных типов при формировании их в одном эшелоне позволили экспериментально обосновать условия безопасности движения ТК в диапазоне скоростей движения до 80 км/ч включительно по прямым, криволинейным участкам пути и по основному направлению стрелочных переводов. Условия управления тормозами поезда принимаются в соответствии с действующей нормативной документацией и не требуют ее корректировки.

Определены диапазоны допускаемых скоростей движения эшелона по ответственному направлению стрелочных переводов различных типов с крестовой марки 1/11.

На основе выполненных испытаний разработан нормативный документ ОАО «РЖД» — Положение об условиях совместной эксплуатации специальных грузовых вагонов (транспортёров) в составе одного эшелона (ПУСЭ-ГХК-1-21), введенное в действие распоряжением ОАО «РЖД» от 22 июля 2021 г. № 1591/р.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортирование ОЯТ: некоторые вопросы экономики и безопасности [Электронный ресурс] / Ю. В. Козлов [и др.] // Информационное агентство «ПРОАтом»: [сайт]. 2005. 13 октября. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=113> (дата обращения: 09.09.2021 г.).
2. Котова И. В., Попов А. Т. Достоинства и недостатки специализированного подвижного состава // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2013. Т. 3. № 1. С. 179–185.
3. Андросюк В. Н. Перевозки радиоактивных материалов железнодорожным транспортом (правовое регулирование, организация, безопасность): учеб. пособие для студентов вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2004. С. 217–225.
4. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов [Электронный ресурс]: утв. приказом Ростехнадзора от 15 сентября 2016 г. № 388 // КонсультантПлюс. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211984 (дата обращения: 09.09.2021 г.).

5. ГОСТ Р 55050–2012. Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний: нац. стандарт Российской Федерации: дата введения 2013-07-01. М.: Росстандарт, 2012. 29 с.

6. Бржезовский А. М., Ромен Ю. С., Завертальюк А. В. Нормы допустимого воздействия на путь и методы испытаний подвижного состава // Железнодорожный транспорт. 2015. № 5. С. 40–45.

7. Бржезовский А. М., Аршинцев Д. Н., Толмачев С. В. Разработка условий эксплуатации специальных вагонов по результатам комплексных испытаний // Известия Петербургского университета путей сообщения (Известия ПГУПС). 2018. № 3. С. 455–462.

8. ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочностным и динамическим качествам: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2015 г. № 565-ст: дата введения 2016-07-01. М.: Стандартинформ, 2018. 54 с.

9. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. М.: ООО Центр «Транспорт», 2015. 384 с.

10. Вагоны грузовые железнодорожные. Типовая методика испытаний тормозных систем: ТМ 25-04-11: Изменение № 1: утв. ИЦ ЖТ ОАО «ВНИИЖТ» 20 мая 2016 г.

11. Типовая методика испытаний тормозных систем железнодорожного подвижного состава после изготовления и перед вводом в эксплуатацию: ТМ 04-001-91: утв. ИЦ ЖТ ВНИИЖТ МПС 4 декабря 1990 г.

12. Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного

состава [Электронный ресурс]. М.: ТрансИнфо, 2014. 204 с. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293727/4293727582.htm> (дата обращения: 10.09.2021 г.).

13. Иноземцев В. Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава. Вопросы и ответы. М.: Транспорт, 1987. 206 с.

14. ГОСТ 33724.1–2016. Оборудование тормозное пневматическое железнодорожного подвижного состава. Требования безопасности и методы контроля. Часть 1. Воздухораспределители, краны машиниста, блоки тормозные, изделия резиновые уплотнительные: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 марта 2016 г. № 162-ст: дата введения 2016-11-01. М.: Стандартинформ, 2016. 54 с.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

БРЖЕЗОВСКИЙ Александр Менделович,

канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, научный центр «Нетяговый подвижной состав и автотормозные системы поезда», АО «ВНИИЖТ»

ВОЛУЙСКИЙ Николай Михайлович,

руководитель группы, научный центр «Нетяговый подвижной состав и автотормозные системы поезда», АО «ВНИИЖТ»

Статья поступила в редакцию 16.09.2021 г., первая рецензия получена 22.09.2021 г., вторая рецензия получена 18.10.2021 г., принята к публикации 26.10.2021 г.

Для цитирования: Бржезовский А. М., Волуйский Н. М. Условия эксплуатации вагонов-контейнеров в железнодорожных поездах специального формирования // Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2021. Т. 80. № 6. С. 319–326. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-319-326>.

Operating conditions of container cars in railway trains of special formation

A. M. BRZHEZOVSKIY, N. M. VOLUYSKIY

Joint Stock Company Railway Research Institute (JSC “VNIIZHT”), Moscow, 129626, Russia

Abstract. The article considers main technical characteristics, indicators of dynamic qualities and parameters of braking efficiency of special railway rolling stock of container cars (container transporters) intended for the transportation of radioactive materials — spent nuclear fuel. In accordance with the current regulatory documents of JSC Russian Railways, it is currently allowed forming special trains exclusively from container transporters of any one type, which is associated with the peculiarities of the technology for handling and transporting spent nuclear fuel, which is within the competence of the state corporation Rosatom. However, this significantly increases the timing of the delivery of special trains due to the need to wait for the readiness of transporters, due to the non-simultaneous delivery of any one type of assembly kits with spent nuclear fuel. The practice of handling has shown that the transportation of some types of spent nuclear fuel can be carried out with a combination of the transport operation, which implies the combination of various types of container transporters in one echelon, but at the same time it is necessary to correct certain regulatory documents of Russian Railways. For this purpose, at the request of the Rosatom corporation, a necessary set of experimental works was carried out. Authors presented results of control running dynamic, stationary

and running braking tests of container transporters of various types, following as part of the same echelon, on the infrastructure of the Test Loop of JSC “VNIIZHT”, including when running along the first ring track and along various combinations of turnouts along a tangent line (main) and lateral directions. It has been experimentally proved that it is possible to operate container transporters of various types as part of the same echelon in compliance with the conditions for ensuring traffic safety in accordance with the standards of dynamic qualities and braking efficiency. Based on the test results, a regulatory document of JSC Russian Railways was developed — the Regulation on the conditions for joint operation of special freight cars (transporters) as part of one echelon, approved by the order of JSC Russian Railways dated July 22, 2021 No. 1591/r.

Keywords: container transporters; spent nuclear fuel; dynamic qualities; braking distances

DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-319-326>

REFERENCES

1. Kozlov Yu. V., Tikhonov N. S., Tokarenko A. I., Safutin V. D., Shafrova N. P. *Transportirovanie OYat: nekotorye voprosy ekonomiki*

i bezopasnosti [Transportation of spent nuclear fuel: some issues of economics and safety]. Informationsnoe agentstvo "ProAtom" [ProAtom Information Agency] Publ., 2005. URL: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=113> (retrieved on 09.09.2021) (in Russ.).

2. Kotova I. V., Popov A. T. *Dostoinstva i nedostatki spetsializirovannogo podvizhnogo sostava* [Advantages and disadvantages of specialized rolling stock]. Modern Problems of Russian Transport Complex, 2013, Vol. 3, no. 1, pp. 179–185.

3. Androsyuk V. N. *Perevozki radioaktivnykh materialov zheleznodorozhnym transportom (pravovoe regulirovanie, organizatsiya, bezopasnost')* [Transportation of radioactive materials by rail (legal regulation, organization, safety)]. Ucheb. posobie dlya studentov vuzov zh.-d. transporta [Textbook for students of higher educational institutions of rail transport]. Moscow, Marshrut Publ., 2004, pp. 217–225.

4. *Safety rules for the transportation of radioactive materials*. Approved by order of Rostekhnadzor dated September 15, 2016 No. 388. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_211984 (retrieved on 09.09.2021) (in Russ.).

5. GOST R 55050–2012. *Railway rolling stock. Permissible exposure norms to the railway track and test methods*. National standard of the Russian Federation. Moscow, Rosstandart Publ., 2012, 29 p. (in Russ.).

6. Brzhezovskiy A. M., Romen Yu. S., Zavertalyuk A. V. *Normy dopustimogo vozdeystviya na put' i metody ispytaniy podvizhnogo sostava* [Standards of permissible impact on the track and test methods of rolling stock]. Zheleznodorozhnyy transport, 2015, no. 5, pp. 40–45.

7. Brzhezovskiy A. M., Arshintsev D. N., Tolmachev S. V. *Razrabotka usloviy ekspluatatsii spetsial'nykh vagonov po rezul'tatam kompleksnykh ispytaniy* [Development of operating conditions for special cars based on the results of complex tests]. Proceedings of Petersburg Transport University, 2018, no. 3, pp. 455–462.

8. GOST 33211–2014. *Freight wagons. Requirements to structural strength and dynamic qualities*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated

June 5, 2015 No. 565-st. Moscow, Standartinform Publ., 2018, 54 p. (in Russ.).

9. *Rules for the technical operation of the railways of the Russian Federation*. Moscow, LLC Center "Transport" Publ., 2015, 384 p. (in Russ.).

10. *Freight railroad cars. Typical test procedure for brake systems: TM 25-04-11. Edit No. 1*. Approved by JSC "VNIIZHT", May 20, 2016 (in Russ.).

11. *Typical test procedure for brake systems of railway rolling stock after manufacture and before commissioning: TM 04-001-91*. Approved by VNIIZHT, December 4, 1990 (in Russ.).

12. *Rules for the maintenance of brake equipment and brake control of railway rolling stock*. Moscow, Transinfo Publ., 2014, 204 p. URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293727/4293727582.htm> (retrieved on 10.09.2021) (in Russ.).

13. Inozemtsev V. G. *Tormoza zheleznodorozhnogo podvizhnogo sostava. Voprosy i otvety*. [Brakes of railway rolling stock. Questions and answers]. Moscow, Transport Publ., 1987, 206 p.

14. GOST 33724.1–2016. *Pneumatic brake equipment of the railway rolling stock. Safety requirements and inspection procedures. Part 1. Air distributors, brake valves, brake units, sealing rubber components*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated March 17, 2016 No. 162-st. Moscow, Standartinform Publ., 2016, 54 p. (in Russ.).

ABOUT THE AUTHORS

Aleksander M. BRZHEZOVSKIY,

Cand. Sci. (Eng.), Leading Researcher, Scientific Center "Non-traction rolling stock and automatic train braking systems", JSC "VNIIZHT"

Nikolay M. VOLUYSKIY,

Head of the Group, Scientific Center "Non-traction rolling stock and automatic train braking systems", JSC "VNIIZHT"

Received 16.09.2021

First review received 22.09.2021

Second review received 18.10.2021

Accepted 26.10.2021

■ E-mail: s_brz@mail.ru (A. M. Brzhezovskiy)

For citation: Brzhezovskiy A. M., Voluyskiy N. M. Operating conditions of container cars in railway trains of special formation // Russian Railway Science. 2021. 80 (6): 319–326 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-6-319-326>.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ЭЛЕКТРОННЫЕ ВЕРСИИ СТАТЕЙ ЖУРНАЛА В ОТКРЫТОМ ДОСТУПЕ

На сайте www.elibrary.ru открыт доступ к электронным версиям статей, опубликованных в научно-техническом журнале «Вестник научно-исследовательского института железнодорожного транспорта».

Для работы с фондами библиотеки пользователю необходимо самостоятельно зарегистрироваться, заполнив регистрационную форму на главной странице eLibrary.ru. Доступ возможен по Вашему логину и паролю с любого компьютера, имеющего выход в интернет.

Материалы журнала, размещенные на сайте Научной электронной библиотеки для свободного использования, допускается использовать, копировать, цитировать исключительно в некоммерческих целях с соблюдением соответствующих положений действующего авторского законодательства (Гражданский кодекс РФ от 18.12.2006 № 230-ФЗ, Часть IV; Глава 70 «Авторское право») с обязательным указанием имени автора/ов произведения и источника заимствования.

На сайте журнала www.journal-vniizht.ru контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.