

# К вопросу совершенствования методики подтверждения максимальной безопасной (конструкционной) скорости движения для грузовых вагонов

Г. И. ГАДЖИМЕТОВ<sup>1</sup>, А. А. ЛУНИН<sup>1</sup>, Г. И. ПЕТРОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИИЖТ»), Коломна, 140402, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАУ ВО «РУТ» (МИИТ)), Москва, 127994, Россия

**Аннотация.** Представлен анализ нормативных документов и научных публикаций, касающихся подтверждения конструкционной скорости подвижного состава. Материал изложен с позиции методического подхода к установлению конструкционной скорости на уровне максимального значения, достигнутого в ходе динамико-прочностных испытаний объекта и его испытаний по воздействию на путь и соответствующего требованиям технической документации. Значения показателей прочности и динамических качеств вагонов, полученные в ходе испытаний на участках пути с характеристиками, установленными в методиках испытаний, должны соответствовать требованиям нормативных документов.

Вместе с тем в эксплуатации ходовые части вагона, геометрия рельсовой колеи и конструкция верхнего строения пути в основном имеют состояние, отличное от того, при котором проводились испытания. Исходя из этого, для обеспечения безопасности движения в эксплуатации на пути различного состояния и конструкции устанавливаются допускаемые скорости движения. Так, для грузовых вагонов с трехэлементными тележками максимальная скорость движения, особенно в порожнем состоянии, ограничивается по причине ухудшения их динамических качеств, связанного с изменением в эксплуатации проектных параметров и характеристик элементов тележки и их жесткостных связей. Из-за ухудшения динамических качеств конструкционная скорость не может быть реализована в том числе и на пути, соответствующем требованиям методик испытаний, на котором она изначально подтверждалась.

Приемлемые с точки зрения безопасности максимальные допускаемые скорости движения грузовых вагонов традиционно устанавливаются по результатам испытаний, проводимых с середины прошлого века. При внедрении инновационных грузовых вагонов с тележками новой конструкции для оценки безопасности движения потребуется выполнение большого количества экспериментов и наработка опыта эксплуатации, при которых необходимо определить влияние различных факторов на безопасность движения. По сути, необходимо заново пройти весь экспериментальный путь установления скоростей движения, но за короткое время, что экономически весьма затратно.

Исходя из изложенного, для исключения рисков, связанных с нарушением безопасности, подтверждения конструкционной скорости и с целью снижения затрат при внедрении нового подвижного состава предложена натурно-виртуальная мето-

дика, предусматривающая применение компьютерного моделирования, при которой конструкционная скорость движения, указанная в технической документации, устанавливается на стадии разработки подвижного состава с учетом эксплуатационной вариативности ходовых частей экипажа и состояния пути.

**Ключевые слова:** железнодорожный подвижной состав; грузовой вагон; конструкционная скорость; допускаемая скорость; динамические качества; компьютерное моделирование; безопасность движения

**Введение.** Железнодорожный подвижной состав в соответствии с законодательством Российской Федерации отнесен к объектам технического регулирования, безопасность которых оценивается при проведении работ по подтверждению соответствия требованиям технического регламента Таможенного союза [1–3]. Одно из требований данного регламента гласит: «Железнодорожный подвижной состав и его составные части по прочности, устойчивости и техническому состоянию должны обеспечивать безопасное движение поездов с наибольшими скоростями в пределах допустимых значений» [3]. В терминах и определениях документов [3, 4] отмечено, что наибольшей скоростью движения железнодорожного подвижного состава, заявляемой в конструкторской документации, является конструкционная скорость. Также конструкционная скорость является идентификационным параметром, которым характеризуется каждая единица подвижного состава для информирования потребителя о диапазоне ее применения [3].

В эксплуатации при установлении скоростей движения поездов применяется термин «допускаемая скорость движения» [4–6], представляющий собой максимальную скорость движения железнодорожного подвижного состава в прямых, кривых участках железнодорожного пути и по стрелочным переходам, конструкция и техническое состояние которых соответствуют требованиям действующих нормативов. Максимальное значение допускаемой скорости устанавливается не выше значения конструкционной

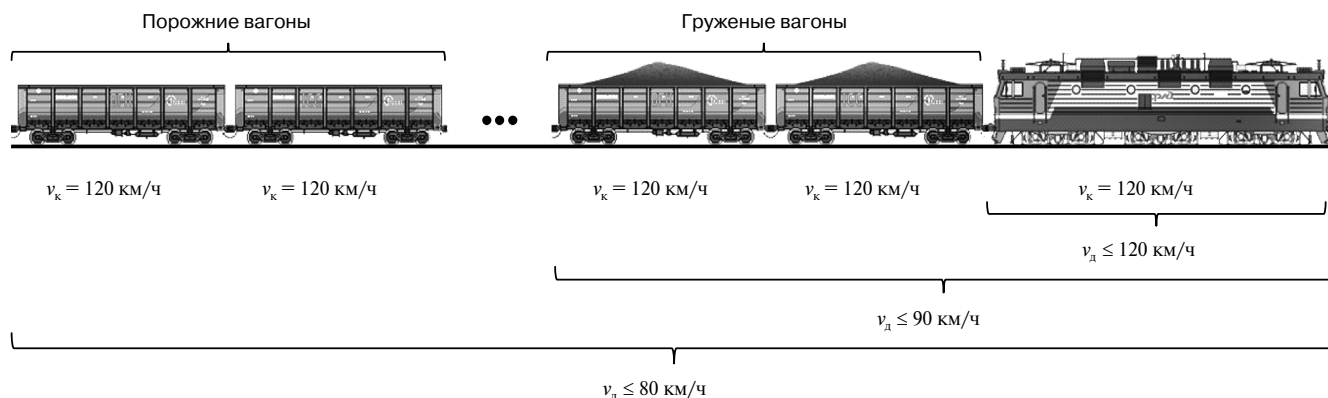


Рис. 1. Установление допускаемой скорости движения поезда:  $v_d$  — допускаемая скорость;  $v_k$  — конструкционная скорость  
 Fig. 1. Establishing the permissible train speed:  $v_d$  — permissible speed;  $v_k$  — design speed

скорости, заявленной в конструкторской документации. Таким образом, конструкционная скорость является одним из параметров, определяющих технические возможности подвижного состава, и соответствует максимальной допускаемой скорости движения, которую он может реализовать в заданных условиях.

По нормам [5, 6] скорость движения поезда определяется допускаемой скоростью его самой медленной единицы подвижного состава (рис. 1).

Известно, что вследствие износа узлов и деталей тележек динамические качества вагонов ухудшаются, что является одной из причин ограничения максимальной допускаемой скорости движения в целях обеспечения безопасности: в грузе — 90 км/ч, в порожнем — 80 км/ч [7–10], хотя конструкционная скорость вагонов на тележках модели типа 18-100 и ее аналогах в обоих режимах установлена 120 км/ч. В этом случае снижение скорости движения не связано с конструкцией пути и отступлениями геометрии рельсовой колеи (ГРК), требующими снижения установленной скорости движения поездов. Ухудшение динамических качеств в эксплуатации свойственно и тележкам пассажирских вагонов, но при этом они остаются в пределах безопасных значений [11]. Кроме того, многими исследованиями установлено влияние изменения коничности колеса в эксплуатации на динамические качества подвижного состава.

Таким образом, является актуальным вопрос совершенствования методики подтверждения конструкционной скорости движения грузовых вагонов, так как объем проводимых на стадии разработки экспериментальных исследований только по стандартизованным методикам может быть недостаточным для обеспечения безопасности на этапе эксплуатации. Особо остро этот вопрос встает в связи с разработкой новых грузовых вагонов, рассчитанных на конструкционную скорость 140 км/ч и более.

Цель данного исследования — усовершенствование методики подтверждения конструкционной скорости движения грузовых вагонов, заявляемой в технической документации, которая позволит на стадии разработки учитывать изменение динамических качеств вагонов в эксплуатации.

Задачами настоящего исследования в контексте поставленной цели стали:

- определение объема испытаний, необходимого для подтверждения конструкционной скорости;
- анализ стандартизованных методик испытаний подвижного состава для определения конструкционной скорости движения;
- анализ зарубежных методик проведения динамических испытаний и моделирования движения подвижного состава;
- анализ документов для установления скоростей движения поездов в зависимости от вида отступлений ГРК;
- разработка алгоритма подтверждения конструкционной скорости движения грузовых вагонов, заявленной в технической документации, позволяющего на стадии разработки прогнозировать изменение динамических качеств вагонов в эксплуатации.

**Объем испытаний для установления величины конструкционной скорости.** В нормативных документах [12–21], а также в проанализированной периодической литературе отсутствуют единые методические подходы к подтверждению конструкционной скорости.

В [22, 23] величину конструкционной скорости предлагается устанавливать исходя из наибольших скоростей движения на прямом участке пути отличного состояния, при котором обеспечиваются динамические качества, прочность элементов экипажа, показатели, характеризующие физиологическое воздействие на человека, допускаемая температура нагрева букс, частота вращения подвагонных механизмов с приводом от оси вагона и др.

Представленный в [24] анализ показывает, что подходы к оценке конструкционной скорости движения железнодорожного подвижного состава отражены только в нормативных документах [12–21], определяющих методы испытаний и требования к прочности и динамическим качествам. В соответствии с ними максимальная скорость, достигнутая на прямом участке пути с регламентированной ГРК, при которой показатели динамических качеств и прочности несущих конструкций экипажа не превышают нормативных значений, является конструкционной скоростью.

Для вновь вводимого в эксплуатацию железнодорожного подвижного состава допускаемые скорости движения в эксплуатации устанавливаются в соответствии с нормами [5, 6] по результатам испытаний, проведенных на пути типовой конструкции, ГРК которой соответствует требованиям [12–16], но не выше конструкционной скорости.

В соответствии с нормами [5] допускаемые скорости движения вновь вводимого в эксплуатацию железнодорожного подвижного состава, кроме специального подвижного состава (СПС), устанавливаются на основании результатов их динамико-прочностных испытаний, испытаний по воздействию на путь, а также по показателям, характеризующим физиологическое воздействие на человека.

Согласно [6] допускаемые скорости движения вновь вводимого в эксплуатацию СПС устанавливаются на основании результатов их динамико-прочностных испытаний, испытаний по определению тормозной эффективности, а также расчетов его воздействия на путь.

При разработке новых образцов подвижного состава проводятся приемочные испытания для подтверждения требований технического задания, в котором устанавливаются требования к потребительским качествам и требования по технической совместимости с инфраструктурой и эксплуатируемыми на ней другими единицами подвижного состава. В объем ходовых приемочных испытаний, как правило, обязательно включают испытания, при проведении которых реализуется максимальная скорость, заявленная в конструкторской документации, а именно:

- динамические испытания;
- испытания по воздействию на путь;
- испытания на прочность;
- тормозные испытания;
- виброакустические испытания (показатели физиологического воздействия на человека);
- другие виды испытаний.

Кроме вышеуказанных испытаний выполняется комплекс расчетов и экспертиз для подтверждения работоспособности и прочности валопроводов и



Рис. 2. Виды испытаний, необходимых при установлении конструкционной скорости грузовых вагонов  
Fig. 2. Types of tests required to establish the design speed of freight cars

узлов экипажной части, частота вращения которых пропорциональна скорости движения.

Исходя из вышеизложенного, предлагается установить необходимый, возможно не в полной мере достаточный, объем испытаний (рис. 2) для подтверждения конструкционной скорости, соответствующей максимально достигнутой скорости движения, при котором значения показателей находятся в пределах, установленных нормативными документами [17–21].

**Актуальные методические подходы к определению конструкционной скорости движения.** Для определения конструкционной скорости движения испытательные центры руководствуются положениями стандартизованных методов (методик), включенных во взаимосвязанные с техническими регламентами перечни (некоторые из них находятся на стадии включения). Единые подходы позволяют сопоставить результаты испытаний, проведенных разными аккредитованными испытательными центрами, и оценить уровень безопасности по единым критериям на всей территории Евразийского экономического союза.

Нормативные документы, устанавливающие методы испытаний для оценки динамических качеств, прочности несущих частей экипажа и воздействия на путь разного типа железнодорожного подвижного состава, приведены в [12–16].

В общем, подходы к проведению динамико-прочностных испытаний по методикам [12–16] схожи между собой. Перед началом испытаний проводится анализ конструкторской документации и расчетов для оценки возможности реализации максимальной скорости движения. Испытания начинают с малых скоростей и постепенно повышают скорость до конструкционной, заявленной в конструкторской документации. На каждой скорости выполняют не менее трех поездов «челноком» — передним и задним ходом. После проведения экспресс-анализа опытных данных определяется возможность повышения скорости, вплоть до конструкционной и на 10 % выше, если это не угрожает безопасности движения. При превышении значений показателей динамических качеств или воздействия на путь, установленных в нормативных документах, испытания прекращают.

В основном динамико-прочностные испытания совмещаются с испытаниями по воздействию на путь.

Максимальная реализованная при испытаниях скорость (не выше указанной в конструкторской документации), при которой обеспечиваются значения показателей в пределах, установленных нормативными документами, определяет конструкционную скорость. Кроме того, стандартизованные методики содержат требования к объекту испытаний, испытательному полигону, средствам испытаний, условиям проведения испытаний, методам испытаний, обработке результатов испытаний. В [12–16] установлено, что испытания проводятся на путях специализированных испытательных полигонов или железных дорог общего пользования, конструкция и содержание которых соответствуют требованиям Правил технической эксплуатации [9], а также документам, устанавливающим требования к пути [25]. Оценка состояния пути, на котором проводятся испытания, производится по результатам расшифровки лент путеизмерительного вагона [26]. Основные требования к железнодорожному пути, установленные в методиках испытаний [12–16] железнодорожного подвижного состава с конструкционной скоростью до 140 км/ч, приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы, в требованиях к характеристикам испытательных полигонов для про-

ведения испытаний различного типа подвижного состава имеются как общие положения, так и расхождения, но по некоторым позициям требования отсутствуют. Вместе с тем следует отметить, что на стадии разработки подвижного состава и его первичного подтверждения соответствия требованиям технических регламентов проводится полный комплекс динамико-прочностных испытаний и испытаний по воздействию на путь. Обязательным условием для установления допускаемых скоростей движения подвижного состава в эксплуатации в соответствии с нормами [5] является проведение испытаний по [12], где установлены требования к каждой характеристике пути, что позволяет обеспечивать безопасность движения. Этим можно объяснить отсутствие в некоторых нормативных документах [13, 15, 16] требований к состоянию пути испытательных полигонов. Кроме того, участки железнодорожного пути для проведения испытаний по [12], в отличие от участков, где испытания проводятся по [13–16], подлежат аттестации по ГОСТ Р 8.568–2017 [27], по результатам которой должна быть подтверждена возможность воспроизведения условий испытаний и установления пригодности к использованию. В настоящий момент испытания по [12] в большинстве случаев проводятся

Таблица 1

Характеристики и требования к железнодорожному пути для проведения динамико-прочностных испытаний и испытаний по воздействию на путь

Table 1

Characteristics and requirements for a railway track for carrying out dynamic-strength tests and tests for impact on the track

Параметр	Нормативный документ				
	ГОСТ Р 55050–2012 [12]	ГОСТ Р 55514–2013 [13]	ГОСТ 32265–2013 [14]	ГОСТ 33788–2016 [15]	ГОСТ 34451–2018 [16]
Тип пути	Звеньевой или бесстыковой	—	Звеньевой или бесстыковой		—
Тип рельса	Р65	—	Р50 или Р65	Р65	—
Шпалы	Железобетонные или деревянные	—	Железобетонные или деревянные	—	—
Балласт	Щебеночный	—	Щебеночный или асбестовый	—	—
Эпюра шпал, шт./км	1840–2000	—	1840–2000	Не менее 1840	—
Прямой участок, м, не менее	6000	Наличие*	1000	8000	Наличие*
Участок пути с кривой радиусом, м	300–400; 600–700	Наличие*	300–400; 600–800	300–400; 600–950	Наличие*
Возвышение наружного рельса	Обеспечение движения с конструкционной скоростью и (или) достижением непогащенного ускорения, регламентированного методикой				
Стрелочные переводы (марка крестовины)	1/11 или 1/9	Наличие*	1/11 или 1/9		Наличие*
Отступления ГРК (качественная оценка пути)	Не ниже «удовлетворительно»	«удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»	«отлично» или «хорошо» [20]	Не выше II степени	«удовлетворительно», «хорошо» и «отлично»

\* Требуется наличие, без регламентации параметров.



Рис. 3. Хозяйственный поезд, содержащий разнотипный подвижной состав (справа налево): локомотив; пассажирский вагон; СПС; хоппер-дозатор; вагон-платформа  
Fig. 3. Service train containing various types of rolling stock (from right to left): locomotive; passenger car; special rolling stock; hopper dispenser; platform car

на аттестованных испытательных полигонах Белореченская—Майкоп, Голутвин—Озеры и железнодорожных путях Западно-Сибирского испытательного полигона. Таким образом, при комплексном проведении динамико-прочностных испытаний и испытаний по воздействию на путь обязательным является соответствие характеристик полигона требованиям [12], что, в свою очередь, соответствует требованиям методик испытаний по оценке динамических качеств всех типов железнодорожного подвижного состава.

Вместе с тем следует унифицировать требования к испытательным полигонам и участкам железнодорожного пути для проведения испытаний по этим стандартизированным методикам (методам), что позволит обеспечить сопоставимость результатов испытаний и повысить безопасность движения, так как любая единица подвижного состава эксплуатируется в основном в составе поездов различного назначения, а не по отдельности друг от друга, как, например, в хозяйственном поезде (рис. 3), и должна испытываться по единым условиям.

**Установление скорости движения поездов в зависимости от отступлений рельсовой колеи.** Основные требования к железнодорожному пути, обеспечивающие его функционирование при скоростях движения до 200 км/ч, изложены в [25]. Одним из параметров, влияющих на безопасность движения поездов, является ГРК (неровности), оцениваемая по отступлениям от номинальных значений. Оценка отступлений производится по четырем степеням, регламентированным в зависимости от установленных скоростей движения поездов по следующему принципу: чем выше установленные скорости движения поездов, тем жестче величины степеней отступлений. В соответствии с инструкциями [25, 26] отступления I, II и III степени не требуют уменьшения установленных скоростей движения. Вместе с тем при определенном сочетании отступлений III степени требуется ограничение скорости движения поездов. Кроме того, требующим ограничения скорости движения и аргументом для его закрытия являются отступления IV степени (неисправности).

Таким образом, конструкция и характеристики упруго-диссипативных связей в экипаже подвижного состава должны обеспечивать его динамические ка-

чества при максимальных отступлениях ГРК, не требующих ограничения скорости.

**Сравнение методических подходов динамических испытаний в разных странах.** Полезно сопоставить условия проведения испытаний подвижного состава (например, грузовых вагонов), изложенные в отечественных нормативных документах, с условиями, которые установлены в соответствующих нормативных документах, регламентирующих оценку пригодности к эксплуатации грузовых вагонов в США [28] и допуск железнодорожного подвижного состава к эксплуатации в Европе (а именно в Германии) [29]. Результаты сравнения отражены в табл. 2.

Сравнение условий динамических испытаний показывает, что в США и Германии для допуска к эксплуатации практикуется проведение испытаний подвижного состава (грузовых вагонов) с эксплуатационными износами, а также выполнение дополнительных теоретических исследований.

Вместе с тем необходимо отметить, что в ГОСТ 9246–2013 [30] предусмотрено проведение испытаний макетов тележек, изготовленных с учетом наибольших износов элементов, определенных эксплуатационной документацией, в том числе и колес. Кроме того, в ГОСТ 33211–2014 [21] предусмотрено проведение теоретических исследований для оценки динамических качеств с новым и изношенным от 1,3 до 2,0 мм профилем поверхности катания колеса. В исследованиях [7, 31, 32] отмечено, что именно изношенное колесо в большей степени способствует ухудшению динамических качеств по сравнению с износами других элементов тележки. Однако в стандарте [15], касающемся испытаний вагонов, это не предусмотрено.

Следует особо отметить отсутствие в отечественной нормативной документации, устанавливающей методы испытаний, положений о применении виртуальных исследований для оценки соответствия нормам ожидаемых динамических качеств железнодорожного подвижного состава в эксплуатации.

**Результаты, полученные в ходе работы.** Проведенный анализ нормативных документов, периодической литературы, нормативно-правовых актов, зарубежных стандартов позволяет сделать следующие выводы о подтверждении конструкционной скорости как параметра, определяющего максимальную

Таблица 2

Условия проведения динамических испытаний вагонов в разных странах

Table 2

Conditions for carrying out dynamic tests of cars in different countries

Объект для предъявления требований	РФ [15]	США [28]	Германия [29]
Конструкция пути	Типовая		
Элементы пути	Типовые в плане		
ГРК	Типовая	Типовая	Типовая
		Участки с искусственными неровностями для возбуждения колебаний кузова (боковая качка, галопирование и подпрыгивание)	
Ходовые части подвижного состава	Новый профиль колеса	Новый профиль колеса	Новый профиль колеса
		Эксплуатационный профиль колеса (средний износ после 160 тыс. км пробега)	Профиль колеса при максимальной эквивалентной конусности
Теоретические исследования	Не оговорено	Применяются для анализа критической скорости	Применяются для оценки динамических качеств при внесении изменений в конструкцию, модификации, изменении условий эксплуатации

возможную скорость движения подвижного состава в эксплуатации:

1. Конструкционная скорость должна определяться исходя из соответствия динамических качеств подвижного состава, прочности и воздействия на путь требованиям нормативных документов, устанавливающих их безопасные значения.

2. Конструкционная скорость должна регламентироваться на прямом участке пути типовой конструкции.

3. Конструкционная скорость должна обеспечиваться при движении по пути с максимальными отступлениями, не требующими ограничения скорости движения в соответствии с действующими инструкциями по содержанию пути.

4. Конструкционная скорость должна обеспечиваться с учетом изменения массы подвижного состава от минимальной до максимальной (значения указаны в конструкторской документации).

5. Конструкционная скорость должна обеспечиваться в периоды межремонтных пробегов при возможном неблагоприятном сочетании износов (характеристик элементов) ходовых частей в эксплуатации в пределах, допускаемых технической документацией.

При частичном выполнении перечисленных условий в эксплуатационных документах следует указать существующие ограничения скорости в целях информирования потребителя (покупателя, эксплуатирующей организации) и контролирующих органов.

**Возможности виртуальных исследований для оценки конструкционной скорости движения.** Современные средства компьютерного моделирования позволяют существенно расширить знания о динамике и воздействии на путь с учетом эволюции, связанной с износом пути и ходовых частей, а также вариаций условий эксплуатации подвижного состава. Особенно успешно моделирование применяется в задачах проектирования подвижного состава при поиске оптимальных технических решений и проведении оценок динамики, основанных на сравнительном анализе динамики проектируемого экипажа и экипажа-прототипа, динамические качества которого достаточно хорошо изучены. Для проведения виртуальных исследований применяются программные комплексы Universal Mechanism, Medyna, NUCARS, Adams, PLM Siemens и др.

Важным преимуществом виртуальных исследований является возможность оценки динамических показателей на разных стадиях эволюции физических и геометрических параметров экипажей, связанных с износом узлов трения и профилей колес экипажа во время эксплуатации.

Применению компьютерного моделирования при проведении теоретических исследований динамических качеств железнодорожных экипажей с учетом эксплуатационных износов посвящено много статей и монографий [33–35]. Так, например, в [35] проведено моделирование динамики движения грузовых вагонов при различном состоянии ходовых частей в программном комплексе Universal Mechanism. Выполнено сравнение динамических качеств грузового вагона, полученных при теоретических исследованиях, с экспериментальными исследованиями на испытательном полигоне Белореченская—Майкоп. Результаты теоретических и экспериментальных исследований, представленные в работе, имеют удовлетворительную сходимость.

При теоретических исследованиях проведена оценка влияния на безопасность движения следующих изменений показателей технического состояния ходовых частей трехэлементной тележки:

- разность диаметров колес;
- разница баз боковин;
- продольные и поперечные зазоры в буксовом проеме;
- равномерный прокат;
- завышение/занижение положения фрикционных клиньев;
- зазоры в скользунах.

В [33] представлены результаты виртуальных исследований движения грузового вагона в программном комплексе Medyna и прогнозирования темпов износа колес. Ю. Б. Житковым проведены виртуальные исследования влияния на динамические качества вагона-цистерны при частичном заполнении котла жидким грузом [34].

Таким образом, представляется вполне реальным и целесообразным использование виртуальных исследований для оценки конструкционной скорости вагонов.

**Алгоритм подтверждения конструкционной скорости движения.** Предлагаемый подход предполагает выполнение многофакторных исследований для подтверждения конструкционной скорости при различных возможных в эксплуатации условиях, отличающихся от условий, при которых проводились испытания. Для снижения временных, финансовых затрат и ускорения внедрения новых разработок предлагается использование компьютерного моделирования при многофакторных натурно-виртуальных исследованиях. Применение цифровых моделей и проведение виртуальных испытаний предусмотрено планом «Технет», направленным на ускорение инновационного развития [36].

Предлагаемый порядок натурно-виртуального подтверждения конструкционной скорости грузового вагона приведен на рис. 4.

Алгоритм (дорожная карта) подтверждения конструкционной скорости предусматривает следующие этапы:

1. Проведение динамико-прочностных испытаний и испытаний по воздействию на путь в соответствии со стандартизованными методами.
2. Создание компьютерной модели, ее валидация и формирование программы расчетов.
3. Проведение многофакторных расчетов при неблагоприятном сочетании износов ходовых частей, а также при наибольших отклонениях ГРК, не требующих ограничения скорости.
4. Оценка соответствия динамических качеств требованиям нормативных документов и определение конструкционной скорости.



Рис. 4. Алгоритм натурно-виртуального подтверждения конструкционной скорости:

- существующий порядок;  
 → усовершенствованный порядок  
 Fig. 4. Algorithm of full-scale-virtual confirmation of design speed:  
 → existing order; → improved order

**Выводы.** 1. Разработана натурно-виртуальная методика подтверждения конструкционной скорости движения грузовых вагонов, основанная на комбинации компьютерного моделирования динамики подвижного состава при возможных отклонениях ГРК и ходовых частей с результатами стандартных

динамических испытаний и испытаний по воздействию на путь.

2. Применение предлагаемой натурно-виртуальной методики подтверждения конструкционной скорости движения позволит повысить безопасность движения поездов при допуске к эксплуатации новых грузовых вагонов, так как возможное изменение их динамических качеств в эксплуатации оценивается на стадии разработки.

3. Предлагаемая натурно-виртуальная методика подтверждения конструкционной скорости повышает информированность потребителей рынка грузоперевозок и участников перевозочного процесса (потребителей, эксплуатирующие организации и т. д.), а также надзорные органы о технических возможностях грузовых вагонов в реализации максимальных скоростей движения.

Для визуализации информации об ограничениях в скоростях движения на подвижном составе предлагается ввести соответствующие знаки маркировки:

$v_k$  — конструкционная скорость движения, подтвержденная результатами натурно-виртуальных исследований (динамико-прочностных и по воздействию на путь) в прямых участках пути. В кривых участках пути скорость движения ограничивается только регламентированным непогашенным ускорением. В стрелочных переводах скорость движения обеспечивается до максимальных скоростей, регламентированных инструкциями по содержанию пути;

$v'_k$  — конструкционная скорость движения, подтвержденная результатами натурно-виртуальных исследований (динамико-прочностных и по воздействию на путь) в порожнем и (или) груженом состоянии в прямых участках пути. Имеется ограничение скорости движения (одно или несколько):

1) в прямых участках пути в груженом или порожнем состоянии;

2) в кривых участках пути:

- по динамическим качествам;
- по воздействию на путь;

3) в стрелочных переводах ниже регламентированных инструкциями по содержанию пути.

4. Для установления единого подхода предлагаемая методика натурно-виртуальных исследований, содержащая необходимые условия для подтверждения (установления) конструкционной скорости, может быть применена для других типов подвижного состава, а также для определения максимальной безопасной скорости по динамическим качествам при установлении допускаемых скоростей движения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О железнодорожном транспорте в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон от 10 января 2003 г. № 17-ФЗ

(ред. от 5 апреля 2016 г.). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/19009> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

2. О техническом регулировании [Электронный ресурс]: федер. закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ (ред. от 28 ноября 2018 г.). URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/18977> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

3. О безопасности железнодорожного подвижного состава [Электронный ресурс]: техн. регламент Таможенного союза: ТР ТС 001/2011: утв. решением комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902293438> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

4. ГОСТ 34056–2017. Транспорт железнодорожный. Состав подвижной. Термины и определения: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 марта 2017 г. № 231-ст: дата введения 2017-11-01. М.: Стандартинформ, 2017. 32 с.

5. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 8 ноября 2016 г. № 2240р. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=675788#09356013094848201> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

6. О нормах допускаемых скоростей движения по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм [Электронный ресурс]: утв. приказом МПС РФ от 20 декабря 1999 г. № 17ЦЗ. URL: <http://www.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=316408;dst=100001#09503810020598593> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

7. Коссов В. С., Березин В. В., Быков В. А. Факторы устойчивости порожних вагонов // Мир транспорта. 2012. № 2. С. 168–177.

8. Певзнер В. О., Ромен Ю. С. Основы разработки нормативов содержания пути и установления скоростей движения: сб. тр. ученых ОАО «ВНИИЖТ». М.: Интекст, 2013. С. 174–197. (Труды ОАО «ВНИИЖТ»).

9. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации [Электронный ресурс]: утв. приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 21 декабря 2010 г. № 286: с изм. и доп. URL: <https://base.garant.ru/55170488> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

10. Ромен Ю. С. Устойчивость движения вагонов на тележках 18-100 // Вестник ВНИИЖТ. 2019. Т. 78. № 3. С. 149–154. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-3-149-154>.

11. Пляскин А. Б. Влияние эксплуатационных изменений параметров тележек КВЗ-ЦНИИ на межремонтный пробег пассажирских вагонов: автореф. ... дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / Петербургский гос. ун-т путей сообщения. СПб.: ПГУПС, 2002. 24 с.

12. ГОСТ Р 55050–2012. Железнодорожный подвижной состав. Нормы допустимого воздействия на железнодорожный путь и методы испытаний: нац. стандарт Российской Федерации: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2012 г. № 703-ст: дата введения 2013-07-01. М.: Стандартинформ, 2013. 25 с.

13. ГОСТ Р 55514–2013. Локомотивы. Методика динамико-прочностных испытаний: нац. стандарт Российской Федерации: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 августа 2013 г. № 537-ст: дата введения 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

14. ГОСТ 32265–2013. Специальный подвижной состав. Методика динамико-прочностных испытаний: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2013 г. № 1422-ст: дата введения 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.

15. ГОСТ 33788–2016. Вагоны грузовые и пассажирские. Методы испытаний на прочность и динамические качества: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 июля 2016 г. № 856-ст: дата введения 2017-05-01. М.: Стандартинформ, 2016. 50 с.



16. ГОСТ 34451–2018. Моторвагонный подвижной состав. Методика динамико-прочностных испытаний: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 мая 2019 г. № 192-ст: дата введения 2019-12-01. М.: Стандартинформ, 2019. 28 с.

17. ГОСТ Р 55513–2013. Локомотивы. Требования к прочности и динамическим качествам: нац. стандарт Российской Федерации: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 августа 2013 г. № 536-ст: дата введения 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 46 с.

18. ГОСТ 33796–2016. Моторвагонный подвижной состав. Требования к прочности и динамическим качествам: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 июля 2016 г. № 800-ст: дата введения 2017-04-01. М.: Стандартинформ, 2016. 41 с.

19. ГОСТ 34093–2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования к прочности и динамическим качествам: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 июня 2017 г. № 537-ст: дата введения 2018-01-01. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.

20. ГОСТ 31846–2012. Специальный подвижной состав. Требования к прочности несущих конструкций и динамическим качествам: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2012 г. № 1169-ст: дата введения 2014-01-01. М.: Стандартинформ, 2013. 71 с.

21. ГОСТ 33211–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности 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, 2016. 59 с.

22. Вершинский С. В. О конструкционных скоростях вагонов // Вестник ВНИИЖТ. 1956. № 1 (5). С. 8–17.

23. Железнодорожный путь и подвижной состав для высоких скоростей движения / под ред. М. А. Чернышева. М.: Транспорт, 1964. С. 58–71.

24. Гаджиметов Г. И. К вопросу о термине «конструкционная скорость» в технической документации на железнодорожный подвижной состав // Вестник ВНИИЖТ. 2018. Вып. 101. С. 108–111.

25. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути [Электронный ресурс]: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14 ноября 2016 г. № 2288. URL: <https://base.garant.ru/71764006> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

26. Инструкция по расшифровке лент и оценке состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительного вагона ЦНИИ-2 и мерам по обеспечению безопасности движения поездов [Электронный ресурс]: утв. МПС России от 14 октября 1997 г. № ЦП-515. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=373825#0029332614145512803> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

27. ГОСТ Р 8.568–2017. Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения: нац. стандарт Российской Федерации: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому

му регулированию и метрологии от 29 декабря 2017 г. № 2121-ст: дата введения 2018-08-01. М.: Стандартинформ, 2018. 16 с.

28. AAR M-1001. Design, Fabrication, and Construction of Freight Cars / The Association of American Railroads. USA, 2013. Chapter 11. Service-Worthiness Tests and Analyses for New Freight Cars. P. 399–146.

29. EN 14363:2016. Railway applications. Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Running Behaviour and stationary tests. [S. l.], 2016. 202 p.

30. ГОСТ 9246–2013. Тележки двухосные трехэлементные грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия: межгос. стандарт: введен в действие в качестве нац. стандарта Российской Федерации приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2013 г. № 1423-ст: дата введения 2014-07-01. М.: Стандартинформ, 2014. 37 с.

31. Черкашин Ю. М., Погорелов Д. Ю., Симонов В. А. Влияние параметров экипажей и пути на безопасность движения поездов // Вестник ВНИИЖТ. 2010. № 2. С. 3–9.

32. Захаров С. М., Погорелов Д. Ю., Симонов В. А. Анализ влияния параметров экипажей и пути на интенсивность износа в системе колесо–рельс (на основе полного факторного эксперимента) // Вестник ВНИИЖТ. 2010. № 2. С. 31–35.

33. Орлова А. М., Савушкина Ю. В., Федорова В. И. Моделирование движения вагона и расчет износа колес с профилем поверхности катания ВНИЦТТ // Вестник ВНИИЖТ. 2019. Т. 78. № 1. С. 41–47. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-1-41-47>.

34. Житков Ю. Б. Компьютерное моделирование динамики вагона-цистерны с жидким грузом: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07. СПб., 2018. 16 с.

35. Иванов Д. В. Влияние технического состояния ходовых частей грузовых вагонов на безопасность движения и износ в системе «колесо–рельс»: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07. М., 2010. 203 с.

36. План мероприятий («дорожная карта») по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) [Электронный ресурс]: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 23 марта 2018 г. № 482-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71813046> (дата обращения: 10.11.2020 г.).

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**ГАДЖИМЕТОВ Гаджимет Исамединович**,  
руководитель Испытательного центра подвижного состава,  
АО «ВНИИЖТ»

**ЛУНИН Андрей Александрович**,  
канд. техн. наук, заместитель генерального директора  
по научной работе, АО «ВНИИЖТ»

**ПЕТРОВ Геннадий Иванович**,  
д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Вагоны и  
вагонное хозяйство», ФГАОУ ВО «РУТ» (МИИТ)

Статья поступила в редакцию 16.11.2020 г., принята к публикации 18.05.2021 г.

**Для цитирования:** Гаджиметов Г. И., Лу닌 А. А., Петров Г. И. К вопросу совершенствования методики подтверждения максимальной безопасной (конструкционной) скорости движения для грузовых вагонов // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (Вестник ВНИИЖТ). 2021. Т. 80. № 3. С. 141–151. DOI: <https://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-3-141-151>.

## On the issue of improving the methodology for confirming maximum safe (design) speed of freight railcars

G. I. GADZHIMETOV<sup>1</sup>, A. A. LUNIN<sup>1</sup>, G. I. PETROV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Joint Stock Company "Scientific-Research and Design-Technology Institute of Rolling Stock" (JSC "VNIKT"), Kolomna, 140402, Russia

<sup>2</sup>Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport" (FGAOU VO "RUT" (MIIT)), Moscow, 127994, Russia

**Abstract.** The article provides the analysis of regulatory documents and scientific publications concerning the design speed of rolling stock. The material is provided from the perspective of a methodological approach to establishing the design speed at the level of the maximum value achieved during dynamic and strength tests and track impact tests of the object that meets requirements of technical documentation. Values of strength and dynamic properties of cars obtained during tests performed in track sections with characteristics established in test methods should comply with requirements of regulatory documents.

At the same time, during the operation of car running gear, rail geometry and track superstructure, basically have a state that is different from that in which tests were performed. Proceeding from this, in order to ensure traffic safety in operation, permissible speeds are set for tracks of various states and structures. Thus, for freight cars with three-piece bogies, the maximum speed, especially when empty, is limited due to the deterioration of its dynamic properties associated with change in the operation of design parameters and characteristics of bogie elements as well as its rigidity couplings. Due to the deterioration of dynamic properties, the design speed cannot be implemented, including on the track that meets requirements of test methods, on which it was initially confirmed.

The maximum permissible speeds of freight cars that are acceptable from the safety point of view are traditionally established based on the results of tests performed since the middle of the last century. When applying innovative freight cars with bogies of a new design, to assess traffic safety, it will be necessary to carry out a large number of tests and to gain operating experience, during which it is necessary to estimate the influence of various factors on traffic safety. In fact, it is necessary to repeat tests to set running speeds, but in a short time, which is very cost-intensive.

Based on the foregoing, in order to eliminate the risks associated with safety violation, to confirm the design speed and in order to reduce costs when applying new rolling stock, a full-scale virtual method has been proposed that provides the use of a computer simulation, in which the design speed specified in the technical documentation is set at the stage of rolling stock development, taking into account the operational variability of car running gear and the track state.

**Keywords:** design speed; permissible speed; dynamic properties; railway rolling stock; freight car; computer simulation; traffic safety

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-3-141-151>

### REFERENCES

1. *About railway transport in the Russian Federation.* Federal Law of January 10, 2003 No. 17-FZ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/19009> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).
2. *About technical regulation.* Federal Law of December 27, 2002 No. 184-FZ. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/18977> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).
3. *On the safety of railway rolling stock. Tech. regulations of the Customs Union: TR CU 001/2011.* Approved by the decision of the Commission of the Customs Union of July 15, 2011 No. 710. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902293438> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).
4. GOST 34056–2017. *Railway transport. Rolling stock. Terms and definitions.* Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for

Technical Regulation and Metrology of March 31, 2017 No. 231-st. Moscow, Standartinform Publ., 2017, 32 p. (in Russ.).

5. *Norms of permissible speeds of motion of rolling stock on railway tracks of 1520 (1524) mm gauge.* Approved by order of the JSC "Russian Railways" dated November 8, 2016 No. 2240r. URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=675788#09356013094848201> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

6. *On the norms of permissible speeds of motion on railway tracks of 1520 (1524) mm gauge.* Approved by order of the RF Ministry of Railways of December 20, 1999 No. 17TSZ. URL: <http://www.consultant.ru/cons/CGI/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=316408;dst=100001#09503810020598593> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

7. Kossov V.S., Berezin V.V., Bykov V.A. *Faktory ustoychivosti porozhnikov vagonov* [Stability factors of empty cars]. World of Transport and Transportation, 2012, no. 2, pp. 168–177.

8. Pevzner V.O., Romen Yu.S. *Osnovy razrabotki normativov soderzhaniya puti i ustanovleniya skorostey dvizheniya. Sb. tr. uchenykh OAO "VNIIZhT"* [Fundamentals of the development of standards for the maintenance of the track and the establishment of operating speeds. Coll. of works of scientists of the JSC "VNIIZHT"]. Moscow, Intext Publ., 2013, pp. 174–197.

9. *Rules for the technical operation of the railways of the Russian Federation.* Approved by order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of December 21, 2010 No. 286. URL: <https://base.garant.ru/55170488> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

10. Romen Yu.S. *Ustoychivost' dvizheniya vagonov na telezhkakh 18-100* [Motion stability of railway cars on bogies 18-100]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 2019, Vol. 78, no. 3, pp. 149–154. DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-3-149-154>.

11. Plyaskin A.B. *Vliyaniye ekspluatatsionnykh izmeneniy parametrov telezhek KVZ-TsNII na mezhremontnyy probeg passazhirskikh vagonov.* Avtoref. ... dis. kand. tekhn. nauk [Influence of operational changes in the parameters of bogies KVZ-TsNII on the overhaul mileage of passenger cars. Cand. tech. sci. diss. synopsis]. St. Petersburg, PGUPS Publ., 2002, 24 p.

12. GOST R 55050–2012. *Railway rolling stock. Permissible exposure norms to the railway track and test methods.* National standard of the Russian Federation, approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of November 8, 2012 No. 703-st. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 25 p. (in Russ.).

13. GOST R 55514–2013. *Locomotives. Dynamic and strength testing procedures.* National standard of the Russian Federation, approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 26, 2013 No. 537-st. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 16 p. (in Russ.).

14. GOST 32265–2013. *Special railway rolling stock. Dynamic and strength testing procedures.* Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 8, 2013 No. 1422-st. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 16 p. (in Russ.).

15. GOST 33788–2016. *Freight and passenger railcars. Methods of testing structural strength and dynamic performance.* Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metro-

logy dated July 19, 2016 No. 856-st. Moscow, Standartinform Publ., 2016, 50 p. (in Russ.).

16. GOST 34451–2018. *Motor railway rolling stock. Methodology of dynamic-strength tests*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated May 15, 2019 No. 192-st. Moscow, Standartinform Publ., 2019, 28 p. (in Russ.).

17. GOST R 55513–2013. *Locomotives. Requirements for strength and dynamic properties*. National standard of the Russian Federation, approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated August 26, 2013 No. 536-st. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 46 p. (in Russ.).

18. GOST 33796–2016. *Railway multiple units. Durability and dynamics requirements*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of July 4, 2016 No. 800-st. Moscow, Standartinform Publ., 2016, 41 p. (in Russ.).

19. GOST 34093–2017. *Passenger cars on locomotive traction. Requirements for 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 13, 2017 No. 537-st. Moscow, Standartinform Publ., 2017, 46 p. (in Russ.).

20. GOST 31846–2012. *Special rolling stock. Requirements for bearing structure strength and for dynamic properties*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of November 26, 2012 No. 1169-st. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 71 p. (in Russ.).

21. 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., 2016, 59 p. (in Russ.).

22. Vershinskiy S. V. *O konstruktsionnykh skorostyakh vagonov* [On the design speeds of cars]. Vestnik VNIIZhT [Vestnik of the Railway Research Institute], 1956, no. 1 (5), pp. 8–17.

23. Chernyshev M. A. *Zheleznodorozhnyy put' i podvizhnoy sostav dlya vysokikh skorostey dvizheniya* [Railway track and rolling stock for high speeds]. Moscow, Transport Publ., 1964, pp. 58–71.

24. Gadzhimetov G. I. *K voprosu o termine "konstruktsionnaya skorost'" v tekhnicheskoy dokumentatsii na zheleznodorozhnyy podvizhnoy sostav* [On the issue of the term "design speed" in the technical documentation for railway rolling stock]. Vestnik VNIKI [Bulletin of VNIKI], 2018, issue 101, pp. 108–111.

25. *Instruktsiya po tekushchemu soderzhaniyu zheleznodorozhnogo puti* [Instructions on the current maintenance of the railway track]. Approved by order of JSC "Russian Railways" dated November 14, 2016 No. 2288. URL: <https://base.garant.ru/71764006> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

26. *Instruktsiya po rasshifrovke lent i otsenke sostoyaniya rel'sovoy kolei po pokazaniyam puteizmeritel'nogo vagona TsNII-2 i meram po obespecheniyu bezopasnosti dvizheniya poezdov* [Instructions for decoding tapes and assessing the state of the rail track according to the indications of the TsNII-2 track measuring car and measures to ensure the safety of train traffic]. Approved by Ministry of Railways of Russia dated October 14, 1997 No. TsP-515. URL: [http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=](http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=373825#0029332614145512803)

EXP&n=373825#0029332614145512803 (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

27. GOST R 8.568–2017. *State system for ensuring the uniformity of measurements. Verification of testing equipment. General provisions*. National Russian Federation standard, approved and put into effect by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology of December 29, 2017 No. 2121-st. Moscow, Standartinform Publ., 2018, 16 p. (in Russ.).

28. AAR M-1001. *Design, Fabrication, and Construction of Freight Cars*. USA, The Association of American Railroads Publ., 2013, Chapter 11. Service-Worthiness Tests and Analyses for New Freight Cars, pp. 399–146.

29. EN 14363:2016. *Railway applications. Testing and Simulation for the acceptance of running characteristics of railway vehicles. Running Behaviour and stationary tests*. [S. l.], 2016. 202 p.

30. GOST 9246–2013. *Bogies two-axle three-piece for freight wagons of 1520 mm gauge railways. General technical specifications*. Interstate standard, put into effect as nat. standard of the Russian Federation by order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated November 8, 2013 No. 1423-st. Moscow, Standartinform Publ., 2014, 37 p. (in Russ.).

31. Cherkashin Yu. M., Pogorelov D. Yu., Simonov V. A. *Influence of carriage parameters and track on train traffic safety*. Vestnik of the Railway Research Institute, 2010, no. 2, pp. 3–9.

32. Zakharov S. M., Pogorelov D. Yu., Simonov V. A. *Analysis of the influence of vehicle parameters and track on the wear rate in the wheel-rail system (based on a full factorial experiment)*. Vestnik of the Railway Research Institute, 2010, no. 2, pp. 31–35.

33. Orlova A. M., Savushkina Yu. V., Fedorova V. I. *Modelling car motion and the calculation of the wear of wheels with the VNITsTT rolling surface profile*. Vestnik of the Railway Research Institute, 2019, Vol. 78, no. 1, pp. 41–47. DOI: <http://dx.doi.org/10.21780/2223-9731-2019-78-1-41-47>.

34. Zhitkov Yu. B. *Computer modeling of the dynamics of a tank car with a liquid freight*. Cand. tech. sci. diss. synopsis. St. Petersburg, 2018, 16 p.

35. Ivanov D. V. *Influence of the technical condition of the running gears of freight cars on traffic safety and wear in the "wheel—rail" system*. Cand. tech. sci. diss. Moscow, 2010, 203 p.

36. *An action plan ("road map") to improve legislation and eliminate administrative barriers in order to ensure the implementation of the National Technological Initiative in the direction "Tekhnet" (advanced production technologies)*. Approved by order of the Government of the Russian Federation dated March 23, 2018 No. 482-r. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71813046> (retrieved on 10.11.2020) (in Russ.).

## ABOUT THE AUTHORS

**Gadzhimet I. GADZHIMETOV,**

Head of the Rolling Stock Test Center, JSC "VNIKI"

**Andrey A. LUNIN,**

Cand. Sci. (Eng.), Deputy General Director for Research Works, JSC "VNIKI"

**Gennadiy I. PETROV,**

Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the Department "Cars and car facility", FGAOU VO "RUT" (MIIT)

Received 16.11.2020

Accepted 18.05.2021

■ E-mail: [gajimetov-gi@vniiki.com](mailto:gajimetov-gi@vniiki.com) (G. I. Gadzhimetov)

**For citation:** Gadzhimetov G. I., Lunin A. A., Petrov G. I. On the issue of improving the methodology for confirming maximum safe (design) speed of freight railcars // VNIIZHT Scientific Journal. 2021. 80 (3): 141–151 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21780/2223-9731-2021-80-3-141-151>.