

УДК 629.4.014.62

DOI: 10.30987/1999-8775-2020-7-39-47

В. Ю. Лиференко

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО КОРРЕКТИРОВКЕ МЕТОДИК, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИХ ПРОВЕДЕНИЕ ШУМОМЕТРИЧЕСКИХ И ВИБРОМЕТРИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Предложено улучшение условий труда проводников пассажирских вагонов. Проведено решение задачи корректировки нормативной документации, регламентирующей проведение шумо- и виброметрических испытаний. Рекомендован метод с применением анализа данных гигиенических исследований и пробных испытаний вагонов. Но-

визна предложенных решений заключается в обобщении опыта различных исследований. Предложены конкретные мероприятия по изменению процедуры проведения испытаний.

**Ключевые слова:** нормативная база, вагоны, испытания, шум, вибрация, гигиена.

V.Yu. Liferenko

## SUGGESTIONS ON CORRECTION OF PROCEDURES REGULATING FULFILLMENT OF NOISE METERING AND VIBRATION METERING TESTS OF PASSENGER CARS

The work purpose is the development of suggestions on the improvement of labor conditions for passenger car conductors. In the paper there is shown information on conductor health, diseases connected with the vibration high level impact. On the basis of the experience of CC SA "TIV" for the solution of the problem specified there are introduced suggestions on changes of the standard base regulating the fulfillment of noise metering and vibration metering test.

The expediency of the changes offered is also substantiated with the potential of modern instrument-ware. The absence of the necessity for the definition of vibration indices at a motion speed up to 80 km/h is shown. A possibility to obtain objective data on vibration processes in a car during measures with the 20 km/h intervals is called into question. A regularity connecting the frequencies of dominating vibration with the speed of a car motion is determined. There are giv-

en specific recommendations on the adjustment of procedures to obtain reliable information on noise and vibration perceived by passengers and service personnel. It is emphasized that maximum noise levels arise at maximum vibration levels therefore there is drawn a conclusion on the expediency of the synchronization of these tests. On the basis of the material presented in the work the following conclusions are drawn: in the recent years are not observed improvements in conductor morbidity rates connected with the impact of vibration higher levels; on the consequences of vibration impact upon passengers it is possible to judge by a health state of conductors; the introduction of the changes offered will result also in time saving and cost decrease of test fulfillment.

**Key words:** standard base, cars, tests, noise, vibration, hygiene.

### Введение

В федеральном законе «О техническом регулировании» № 184 от 27.12.2002 г. в ред. от 29.07.2017 г. обозначена задача обеспечения безопасности персонала, осуществляющего трудовую деятельность в пассажирских вагонах [1]. В число основных физических факторов, оказывающих негативное влияние на состояние здоровья проводников, входят вибрационные и акустические воздействия.

Решение этих задач и достижение поставленных целей неосуществимо без совершенствования технологических процессов. Стимулом для перехода отечественного производства на новый уровень может стать нормативная база. Стандартизация является одним из ключевых факторов, влияющих на модернизацию, технологическое и социально-экономическое развитие России, а также на повышение обороноспособности государства [2].

Несмотря на постоянно проводимую работу, направленную на совершенствование нормативной базы, принципиальных изменений относительно основополагающих документов, составленных в середине и конце прошлого столетия, они не содержат. В основе доработки ГОСТов заключается гармонизация по отношению к европейским стандартам. Гармонизация – это

позитивная тенденция для интеграции России в мировое экономическое пространство, но копирование иностранных регламентов, пожалуй, не самая лучшая стратегия вливания нашего производителя в международную систему установки норм, правил и характеристик товаров, в том числе и пассажирских вагонов.

### **Обоснование необходимости внесения изменений в нормативную базу, регламентирующую проведение шумометрических и виброметрических испытаний**

Для отечественных производителей при проектировании и изготовлении новых вагонов актуальны научно-исследовательские работы, ориентированные на улучшение показателей комфорта как основных конкурентных параметров выпускаемой продукции. Одними из ключевых характеристик, оказывающих влияние на комфорт и здоровье проводников и пассажиров, являются уровни шума и вибрации.

Понятия шума и вибрации тесно связаны между собой. Причинами возникновения шума, как правило, бывают вибрационные процессы, являющиеся побочными эффектом при работе различных систем вагона. Частотный состав спектров шума и вибрации имеют четкие связи. Шум и вибрация – это сложные механические процессы, обусловленные колебаниями систем с упругими связями. Применительно к вагонам – это колебания кузова и жестко связанного с ним внутреннего оборудования. Механизмы образования и распространения шума и вибрации до сих пор представляют сложную для решения на данном этапе развития науки проблему. Без понимания этих процессов, как показывает опыт, борьба с ними малоэффективна.

В этой области выпускаются модифицированные стандарты с внесением некоторых технических поправок. Например, с 1 июля 2008 г. введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации межгосударственный стандарт ГОСТ 31248-2004 [3], основанный на аутентичном переводе международного стандарта ИСО 10056:2001 [4], устанавливающий метод измерения и анализа вибра-

ции внутри рельсовых транспортных средств.

Методики, по которым проводятся шумо- и виброметрические испытания пассажирских вагонов, во многом утратили свою корректность. До настоящего времени оправданность применения этих документов в существующем виде была обусловлена отсутствием полного представления о процессах, происходящих при движении вагона, о возникновении явлений и их связях. Недостаток информации о причинах, влияющих на образование, формирование и распространение шумовых и вибрационных полей в помещениях пассажирских вагонов, не дал оснований для внесения изменений в нормативные документы. Результаты исследований, проведенных в последние годы российскими научными организациями и испытательными центрами, дают достаточные основания для выработки рекомендаций к внесению принципиальных изменений в существующие стандарты.

Сейчас нормирование осуществляется с точки зрения того, чтобы воздействующие на людей шум и вибрация в процессе их восприятия не вызывали заболеваний или отклонений в состоянии здоровья настоящего и последующих поколений. В соответствии с СП 51.13330.2011 они не должны вызывать у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шумовому и вибрационному воздействию [5]. Сертификация вагонов по существующим в РФ нормативам не дает гарантии пассажирам и обслуживающему персоналу избежать негативных факторов.

Длительное воздействие вибрации, которому подвергаются все пассажиры вагонов, и особенно обслуживающий персонал, приводят к развитию преждевременного утомления, снижению производительности труда, росту заболеваемости. Об этом свидетельствуют результаты исследований состояния здоровья проводников.

В ходе работ, проведенных специалистом в области гигиены и экологии на железнодорожном транспорте Юдаевой О. С., было выявлено, что в общей структуре профессиональной заболеваемости в 2010 г. первое место (28,8%) занимала вибрационная болезнь [6]. С течением времени расстановка изменилась, и на первое место вышли другие заболевания. Уровень этой болезни в анамнезе обслуживающего персонала остался практически неизменным: в 2011 г. – 28,8%; 2012 г. – 30,8%; 2013 г. – 22,1%; 2014 г. – 28,3%. Это третья часть всех заболеваний. Причиной значительной утраты здоровья проводниками в отношении описанной болезни является воспринимаемая ими вибрация, действие которой усугубляется напряженностью труда в условиях длительного пребывания на вагонах. Обсуждение этой темы не является задачей данной работы, поэтому ограничимся здесь констатацией этого факта.

Негативное воздействие описываемых характеристик вагонов на показатели здоровья обслуживающего персонала косвенно свидетельствует о влиянии тех же факторов на пассажиров, которые не про-

ходят медицинских обследований в специальных учреждениях и лабораториях после поездок в вагонах, наносимый им вред нигде не фиксируется. Судя по результатам обследования проводников, пренебрегать ими не следует.

Кроме очевидной опасности для здоровья пассажиров и проводников, повышенная вибрация может стать причиной возникновения аварийных случаев и преждевременного разрушения элементов конструкции вагонов и их систем [7].

Результаты исследований, проведенных в различных областях науки, свидетельствует о необходимости корректировки нормативной базы, особенно в отношении к таким экзогенным факторам, как шум и вибрация.

Кроме того, еще одной объективной причиной проведения испытаний по существующим методикам до сих пор являлась ограниченность возможностей приборного обеспечения. Современная промышленность, как зарубежная, так и отечественная, выпускает оборудование, избавленное от недостатков приборов прошлого поколения. Возможности новых измерительных систем значительно расширились и открывают доступ инженерам к получению более детальной информации, которая раскрывает суть процессов образования и распространения шума и вибрации.

Теперь обратимся непосредственно к испытаниям вагонов, сертификация которых проводится на соответствие требованиям ТР ТС 001/2011 [8].

### **Основные принципы определения виброускорений и рекомендации к корректировке нормативной базы**

Правила определения значений среднеквадратических скорректированных виброускорений (ускорений) в пассажирских вагонах, предназначенных для эксплуатации на сети железных дорог РФ колеи 1520 мм с конструкционной скоростью 160 км/ч (вагоны) регламентируются уже упоминавшимся ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001). В соответствии с этим документом вагон не всегда можно рассматривать как жесткое тело. При проведении сертификационных испытаний ускорения фиксируются на полу вагона в

зонах шкворневых балок и дополнительно, в центре вагона, а для двухэтажных вагонов – только посередине. Акселерометры закрепляются на полу как можно ближе к вертикальной проекции центра подушки сидения. Для изменений установлена система координат в соответствии с ГОСТ 31191.4-2006 (ИСО 2631-4:2001) [9], отличающаяся от общепринятой системы, связанной с телом человека и привязанная непосредственно к объекту испытаний:

- вертикальная ось «Z» – направлена вверх перпендикулярно к поверхности пола вагона;

- продольная ось «X» – направлена вдоль направления движения вагона;

- поперечная ось «Y» – направлена перпендикулярно в правую сторону от направления движения вагона.

Требования к измеряемым характеристикам вибрации предъявляет ОСТ 24.050.28-81 [10]. В соответствии с ним частотный диапазон составляет 1,0 – 80,0 Гц.

Действующая методика определения вибрации требует проводить ее регистрацию на стоянке при работающем силовом и вспомогательном оборудовании во всем диапазоне эксплуатационных скоростей, вплоть до максимальных конструкционных через интервалы, равные 10 – 20 км/ч. При этом можно объединить первые два интервала скоростей. Длительность измерения, необходимая для обеспечения статистической достоверности результата для каждого режима работы, не должна быть менее 200 с. Допускается разбивать суммарное время измерений на отрезки с последующим сложением по формулам, приведенным в п. 7 этого стандарта.

Величины ускорений, полученные по результатам испытаний, сравниваются с предельно допустимыми уровнями, приведенными в Приложении № 8 к СП 2.5.1198-03 [11].

Опыт испытаний вагонов говорит об отсутствии необходимости проведения измерений при скоростях движения ниже 80 км/ч. Фиксируемые при этих скоростях уровни вибрации незначительны, нормативные значения здесь не превышаются.

Определение виброускорений на стоянке целесообразно в очень редких случаях (при оборудовании вагонов дизель генераторными установками (ДГУ)). Тональный сигнал от их работы находится в полосах частот порядка 40 Гц, где допускаемые уровни значительны, их превышение при испытаниях не наблюдалось. Так, в ходе проведения испытаний вагона-ресторана модели 61-4460 при определении ускорений обнаружилось. Максимальные уровни от работы ДГУ модели

КШМС.177.0000.000 в зоне его установки в 1/3 октавной полосе 40 Гц составили 0,26 м/с<sup>2</sup> при допускаемых – 0,56 м/с<sup>2</sup>.

Таким образом, можно сделать заключение об отсутствии необходимости проведения вибрационных испытаний при скоростях движения вагона до 80 км/ч, в том числе и на стоянке. А это уже практически половина объема испытаний. Такое предложение реализовано ГОСТ 33885-2016 [12], в котором не зафиксирована минимальная испытательная скорость, а регламентируется диапазон от половины конструкционной до конструкционной скорости.

Измерения ускорений с интервалами скоростей 20±5 км/ч не позволяют составить объективную картину вибрации в помещениях вагонов и зафиксировать максимальные величины ускорений, воспринимаемых пассажирами и обслуживающим персоналом. Такая высокая дискретность скоростного режима и допускаемый интервал недостаточны для выявления истинных уровней вибрации.

Как показывают результаты испытаний, проведенных ЗАО НО «ТИВ» при сертификации и выполнении исследовательских работ, уровни вибрации, фиксируемые в помещениях вагонов, напрямую связаны со скоростью его движения в составе поезда. В ряде работ специалистов института приведено доказательство четкой зависимости изменения частот, на которых проявляются максимальные вибрации, с частотами оборотов колес, собственных каждой скорости. Для удобства назовем эти уровни «доминирующими уровнями», а частоты – «доминирующими частотами».

Наибольшие уровни вибраций наблюдаются не при максимальной конструкционной скорости вагона, а при совпадении доминирующей частоты с собственной частотой вибрации кузова вагона. Определение величины низшей собственной частоты колебаний кузова проводится специалистами ЗАО НО «ТИВ» при подготовке к постановке продукции на серийное производство. Эта частота, в зависимости от модели испытываемого кузова, находится в пределах от 9 до 11 Гц.

Совпадение возмущающей частоты с собственной происходит при скоростях движения вагона от 100 до 120 км/ч. Расчет доминирующей частоты выполняется по формуле (1) [13]:

$$f = \frac{V \cdot 1000}{3600 \cdot 2\pi r}, \quad (1)$$

где  $r$  – радиус круга катания колеса, равный 0,475 м;  $V$  – скорость движения поезда, км/ч.

Результаты расчета и сравнение их с усредненными экспериментальными данными, полученными при испытаниях вновь построенных или прошедших модернизацию вагонов различных моделей, показано в таблице.

Таблица

Зависимость частоты оборотов колеса от скорости движения поезда и доминирующие частоты

Скорости движения опытного поезда, км/ч				
60	80	100	120	140
Расчетные частоты оборотов колеса, Гц				
5,6	7,4	9,3	11,2	13
Доминирующие частоты в 1/3 полосах, выявленные по результатам испытаний, Гц				
–	6,3...8,0	10,0	10,0	12,5
Доминирующие частоты в полосах с дискретностью 1 Гц, Гц				
–	7,0...9,0	9,0...10,0	11,0	12,0...13,0

Как видно из таблицы, расчетные данные достаточно хорошо коррелируют со значениями, полученными по результатам испытаний.

Некоторые расхождения между расчетными данными и результатами испытаний обусловлены дискретностью измерительных режимов и нестабильностью скоростного режима движения опытного поезда, связанной с конструктивными особенностями локомотивов, не способных поддерживать постоянную скорость. В реальных условиях измерения проводятся при увеличении или при снижении скорости в пределах допускаемых значений (допускаемый интервал скоростей – это  $\pm 5$  км/ч от среднего нормированного значения). Кроме того, величина критических скоростей каждого конкретного вагона зависит не только от параметров упругой системы, но и от упруго-инерционных свойств элементов, входящих в его металлоконструкцию и элементов интерьера.

Опыт показывает, что спектральный состав вибрации вагонов, движущихся с разными скоростями, имеет особенности. При скоростях до 80 км/ч доминирующих уровней не наблюдается. В интервалах от

100 км/ч до конструкционной скорости доминируют частотные спектры, зависящие от скоростей вращения колес. Эти скорости входят в интервал «приоритетных».

При эксплуатации вагонов на магистральных путях РФ наиболее востребованными являются скорости 60 – 120 км/ч. Именно на этот интервал, в соответствии с ОСТ 24.050.28-81 (таблица «Распределение вероятностей скорости движения по времени,  $P_k$ ») приходится наибольшая вероятность скоростей движения по времени. Для пассажирских вагонов дальнего следования 63 %, для пассажирских вагонов пригородного и местного сообщения вагонов электро- и дизель-поездов – 52 %. Это скорости, с которыми вагоны движутся самое продолжительное время своей эксплуатации.

Существующие нормативные требования, относящиеся к шумовым и вибрационным характеристикам пассажирских вагонов, не ставят перед производителями насущных задач, направленных на решение проблемы их снижения. Результаты сертификационных испытаний вагонов современной конструкции, проводимых раз-

личными независимыми и не связанными между собой организациями, свидетельствуют о ее неизменном соответствии регламентируемым показателям. В то же время утрата здоровья пассажирами и проводниками является следствием восприятия ими именно этих доминирующих узкополосных вибраций.

Конечно, прогресс не стоит на месте, в условиях ужесточающейся конкурентной борьбы между различными поставщиками вагонов есть нужда в их модернизации. ОАО «ТВЗ» постоянно проводит работы, направленные на усовершенствование своей продукции, в том числе на улучшение показателей комфорта. Но принципиальных изменений в области борьбы с шумом и вибрацией не наблюдается.

Таким образом, для активизации борьбы с указанными факторами необходимо проводить работы по актуализации нормативной базы.

Определение однозначной нормативной скорости, при которой должны проводиться испытания, представляется сложной, но разрешимой задачей. Вагоны различных конструкций имеют свои отличительные особенности. Даже вагоны из одной партии поставки различаются между собой. Размеры всех элементов конструкции находятся в пределах допусков, но, тем не менее, различаются между собой. Изготовленный вагон устанавливается на тележки, при сборке которых применяются колеса разных диаметров. В соответствии с п. 4.3.3 ГОСТ 4835-2013 [14] допускаемая разница в кругах катания колес одной колесной пары составляет 1 мм, а по ГОСТ Р 55821-2013 [15] допускается установка колес в одной тележке с разницей кругов катания до 5 мм. В ходе эксплуатации эта разница достигает еще больших величин.

Внутри металлоконструкции кузовов вагонов покрываются полимерными, влагозащитными и шумо-виброизолирующими материалами, толщина и химический состав которых тоже не всегда идентичны в зависимости от применяемых на том или ином производстве веществ. С развитием прогресса происходит модернизация ходо-

вых частей, ударно-тяговых приборов, кузовов и др.

Специалистами института предлагается контроль вибрации вагона при сертификационных, приемочных и других испытаниях проводить следующим образом.

На основании заранее известной величины низшей собственной частоты вибрации кузова вагона, определенной теоретико-экспериментальным методом, основанным на статистическом оценивании результатов натурных и стендовых испытаний в соответствии с рекомендациями ГОСТ 34093-2017 [16]. Рассчитывается скорость, при которой ожидается совпадение частот возмущающих колебаний с собственной частотой. Расчет осуществляется в соответствии с формулой (2), модифицированной из (1):

$$V=22,6rf, \quad (2)$$

где  $f$  – низшая собственная частота вибрации кузова вагона, Гц.

По результатам выбирается диапазон испытательных скоростей, который должен составлять  $\pm 10$  км/ч от частоты, определенной с помощью расчета. При отсутствии экспериментальных данных этот интервал должен составлять 80-120 км/ч. Для конкретизации испытательной скорости, непосредственно перед реализацией измерений, осуществляется прогон опытного состава в заданном диапазоне с минимально возможным ускорением, в зависимости от возможностей испытательного полигона и локомотива. При этом определяется скорость, при которой амплитуда ускорений максимальна. Та же процедура повторяется при плавном торможении состава. Результатом будет среднее арифметическое значение зафиксированных скоростей. Дальнейшие действия по определению характеристик вибрации идентичны ныне применяемой методике.

Значительные уровни вибрации, возникающие при достижении железнодорожным составом конструкционной скорости, не оказывают существенного воздействия на пассажиров и проводников. Это следует из анализа сведений уже упоминавшегося стандарта ОСТ 24.050.28. В со-

ответствии с ним продолжительность эксплуатации пассажирских вагонов дальнего следования в интервале скоростей от 140 до 160 км/ч составляет всего 2 % от общего времени, а для пассажирских вагонов пригородного и местного сообщения вообще отсутствует. Исходя из этого, целесообразно отказаться от измерений на указанных скоростях и ограничиться определением вибрации только диапазоном, в котором возможно совпадение возмущаю-

щей и низшей собственной частоты вибрации вагона.

Таким образом, объем испытаний может уменьшиться почти в 2 раза, что приведет к значительной экономии усилий и финансовых средств. Кроме сокращения времени проведения испытаний, значительная экономия трудозатрат образуется при обработке результатов и оформлении отчетной документации.

### Основной принцип нормирования шума в пассажирских вагонах

Как показывают результаты исследований, проведенных специалистами ЗАО НО «ТИВ», уровни шума в помещениях вагонов максимальны при максимальной вибрации. Шумометрические и виброметрические испытания практически всегда совмещены и проводятся одновременно

одной организацией. Поэтому определение шумовых характеристик при сертификации вагонов целесообразно проводить в соответствии с требованиями ныне применяемых методик, но при уже определенной скорости параллельно с измерениями уровней виброускорений.

### Заключение

При таком объективном методе определения шума и вибрации величины регистрируемых сигналов будут выше фиксируемых по существующим методикам, но ужесточение требований станет дополнительным и действенным стимулом для модернизации производства всех изготовителей пассажирских вагонов. Работы будут проводиться посредством привлечения научных и научно-производственных центров, специализирующихся в разных областях науки. Итогом такого симбиоза должно стать рождение технологических инноваций и внедрение в отечественное вагоностроение современных технологий и материалов, что положительно скажется и на всех смежных производствах. Автором ведутся работы в этом направлении. Их результаты опубликованы или находятся в стадии публикации [17, 18].

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

1. Результаты лабораторных исследований показателей здоровья проводников свидетельствуют об отсутствии заболеваний вибрационной болезнью, которая составляет треть в общей структуре профессиональной заболеваемости, что не

может оставить равнодушным специалистов, занимающихся этими вопросами.

2. Исследования результатов воздействия негативных факторов на обслуживающий персонал поездов косвенно свидетельствует об их влиянии на здоровье пассажиров.

3. Опыт проведения испытаний различных категорий говорит о возможности внесения корректировок в методики проведения шумометрических и виброметрических испытаний с целью их оптимизации и получения объективных результатов.

4. Максимальные уровни шума и вибрации фиксируются при одних и тех же скоростях, поэтому измерения шума и вибрации целесообразно синхронизировать во времени.

5. Проведение испытаний с учетом предлагаемых изменений позволит определять реальные уровни шума и вибрации в помещениях вагонов, воспринимаемых пассажирами и обслуживающим персоналом.

6. Предлагаемые изменения приведут к уменьшению стоимости проведения испытаний, себестоимости продукции, и, как следствие, к увеличению доступности железнодорожного транспорта.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О техническом регулировании (с изменениями на 29 июля 2017 года): Федеральный закон Российской Федерации от 29 июля 2017 г. № 184.– URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102079587> (дата обращения: 11.02.2020).
2. Руководителям предприятий № 1505-ДТР от 06.03.2018 г. о предложениях в концепцию развития национальной системы стандартизации на период до 2027 года: Письмо ТМХ [Текст]. 2018. 45 с.
3. ГОСТ 31248-2004. Вибрация. Измерение и анализ общей вибрации, воздействующей на пассажиров и бригаду рельсового транспортного средства. М.: Стандартинформ, 2008.
4. ISO 10056:2001. Mechanical vibration – Measurement and analysis of whole body vibration to which passengers and crew are exposed in railway vehicles [Текст], 2010.
5. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением № 1) [Текст]. Межрегион России. М.: ЦПП, 2010.
6. Юдаева О. С. Совершенствование системы обеспечения безопасных условий труда проводников пассажирских вагонов: дис. ... д-ра техн. наук. М.: МИИТ, 2015. –48 с.
7. Аксенов В. А., Сачкова О. С., Лиференко В. Ю. [и др.] Исследование влияния генераторно-приводных установок на уровень шума и вибрации в магистральных пассажирских вагонах локомотивной тяги. М.: Наука и техника транспорта, 2019. № 1. С. 113-122.
8. ТР ТС 001/2011. Технический регламент таможенного союза «О безопасности железнодорожного подвижного состава». Минск: БелГИСС, 2012.
9. ГОСТ 31191.4-2006 (ИСО 2631-4:2001). Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 4. Руководство по оценке влияния вибрации на комфорт пассажиров и бригады рельсового транспортного средства. –М.: Стандартинформ, 2008.
10. ОСТ 24.050.28-81. Вагоны пассажирские. Методика измерения и оценки вибрации. [Текст]. ЭС НТИ. Техэксперт, 1983.
11. СП 2.5.1198-03. Санитарные правила по организации пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. Санитарно-эпидемиологические правила (с изменениями на 10 июня 2016 года) [Текст]. Введ. 2003 – 06 – 03. Техэксперт: 6 поколение. 2016.
12. ГОСТ 33885-2016. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Методы испытаний по санитарно-гигиеническим и экологическим показателям. М.: Стандартинформ, 2016.
13. Лиференко В. Ю., Юхневский А. А. О влиянии шума на уровень вибрации в помещениях пассажирских вагонов. М.: Проблемы безопасности российского общества, 2017. № 3. С. 77-82.
14. ГОСТ 4835-2013. Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014.
15. ГОСТ 55821-2013. Тележки пассажирских вагонов локомотивной тяги. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014.
16. ГОСТ 34093-2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования к прочности и динамическим качествам. М.: Стандартинформ, 2017.
17. Лиференко В. Ю. Звукоизолирующие свойства кузовов пассажирских вагонов // Транспорт: наука, образование, производство: сб. науч. тр. РГУПС, Ростов-на-Дону, 2018. Т.2. Технические науки. С. 127-130.
18. Лиференко В. Ю. К вопросу о необходимости борьбы с вибрацией в пассажирских вагонах и причинах ее возникновения // Проблемы и перспективы развития вагоностроения: сб. науч. тр. VIII Всеросс. науч.-технич. конф. /под ред. Д. Я. Антипина. Брянск: БГТУ, 2019. С. 100-103.
1. On technical regulation (with changes by July 29, 2017): the Federal Law of the Russian Federation No. 184. - URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102079587> (address date: 11.02.2020).
2. To company heads No. 1505-DTR of 06.03.2018. On suggestions to Concept of Development of Standardization National System for the Period to 2027: Letter ТМН [Text]. 2018. pp. 45.
3. GOST 31248-2004. Vibration. Measurement and Analysis of General Vibration Influencing Passengers and Train Crew. M.: Standardinform, 2008.
4. ISO 10056:2001. Mechanical vibration – Measurement and analysis of whole-body vibration to which passengers and crew are exposed in railway vehicles [Text], 2010.
5. SP 51.13330.2011. Noise Protection. Actualized Edition of CS&R 23-03-2003 (with Change No.1) [Text]. Inter-Region of Russia. M.: CPP, 2010.
6. Yudaeva O.S. Improvement of labor conditions safety system for passenger car conductors: *Dr. Sc. Tech. Thesis* M.: MIIT, 2015. – pp. 48.
7. Aksyonov V.A., Sachkov O.S., Liferenko V.Yu. [et al.]. Investigation of generator-drive plant impact upon noise and vibration level in main-line passenger cars of locomotive traction. M.: *Science and Transport Engineering*, 2019. No.1. pp. 113-122.
8. TR TS 001/2011. *Technical regulations of customs union “On Rolling-Stock”*. Minsk: BelGISS, 2012.
9. GOST 31191.4-2006 (ISO 2631-4:2001). *Vibration and Blow. Measurement of General Vibration and Estimate of Its Impact upon Man. Part 4. Guide on Estimate of Vibration Impact upon Passenger and Train Crew Comfort*. – M.: Standardinform, 2008.



10. OST 24.050.28-81. Passenger cars. Procedure for measurement and estimate vibration. [Text]. ES NTI. *Techexpert*, 1983.
11. SP 2.5.1198-03. Sanitary regulations on railway passenger traffic organization. Sanitary-epidemiological rules (with changes on June 10.2016) [Text]. Introduction 2003-06-03. *Techexpert*: sixth generation. 2016.
12. GOST 33885-2016. *Passenger Cars of Locomotive Traction. Methods of Tests on Sanitary-Hygiene and Ecological Indices*. М.: Standardinform, 2016.
13. Liferenko V.Yu., Yukhnevsky A.A. On noise impact upon vibration level in passenger car compartments. М.: *Safety Problems of Russian Society*, 2017. No.3. pp. 77-82.
14. GOST 4835-2013. *Car Wheel Pairs. Technical Specifications*. М.: Standardinform, 2014.
15. GOST 55821-2013. *Passenger Car Bogies of Locomotive Traction. Technical Specifications*. М.: Standardinform, 2014.
16. GOST 34093-2017. *Passenger Cars of Locomotive Traction. Requirements to Strength and Dynamic Qualities*. М.: Standardinform, 2017.
17. Liferenko V.Yu. Soundproof properties of passenger car bodies // *Transport: Science, Education, Production: Proceedings RSUR*, Rostov-upon-Don, 2018. Vol.2. Engineering Sciences. pp. 127-130.
18. Liferenko V.Yu. To problem of necessity of vibration control in passenger cars and reasons of its origin // *Problems and Outlooks of Car Production Development: Proceedings of the VIII-th All-Russian Scientif.-Tech. Conf.* / under the editorship of D.Ya. Antipin. Bryansk: BSTU, 2019. pp. 100-103.

Ссылка для цитирования:

Лиференко В. Ю. Предложения по корректировке методик, регламентирующих проведение шумометрических и виброметрических испытаний пассажирских вагонов // *Вестник Брянского государственного технического университета*. 2020. № 7. С. 39 - 47. DOI: 10.30987/1999-8775-2020-7-39-47.

Статья поступила в редакцию 27.03.20.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета

Кобищанов В.В.,

член редсовета журнала «Вестник БГТУ».

Статья принята к публикации 22.06.20.

#### Сведения об авторах:

**Лиференко Владимир Юрьевич**, инженер лаборатории «Кузовов, внутреннего оборудования пассажирских вагонов и САПР» ЗАО НО «Тверской

институт вагостроения», тел.: 8-920-695-25-13, e-mail: paradigm-1@rambler.ru.

**Liferenko Vladimir Yurievich**, Engineer of the Lab. “Bodies, Inner Equipment of Passenger Cars and CAD” CC SC “Tver Institute of Car-Building Indus-

try”, phone: 8 920 695 25 13, e-mail: paradigm-1@rambler.ru.