

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

II издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 8-10 сентября 2009 г., г. Яремче, Украина

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 20-23 октября 2009 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 23 октября 2009 г.

Примечание. Теряет силу I издание от 12.08.1975 г.

**Р
652/2**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИСПЫТАНИЮ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВИБРАЦИЙ И ИХ ВЛИЯНИЯ
НА ЛОКОМОТИВНЫЕ БРИГАДЫ**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Общие положения	3
2 Нормативные ссылки	3
3 Испытания ТПС с определением параметров вибрации.....	4
4 Изменяемые параметры вибрации.....	4
5 Аппаратура.....	4
6 Подготовка к проведению измерений.....	5
7 Проведение испытаний.....	5
8 Обработка и оценка результатов измерений.....	8
9 Протокол испытаний.....	10
10 Требования безопасности.....	11

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Область применения.

1.1.1. Организация сотрудничества железных дорог издает настоящую инструкцию, имеющую характер рекомендации, в интересах охраны здоровья локомотивных бригад, обслуживающих тяговый подвижной состав.

1.1.2. Настоящие Рекомендации распространяются на определение параметров вибрации вновь создаваемого, находящегося в производстве и эксплуатируемого тягового подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм и 1435 мм (в дальнейшем – ТПС):

- локомотивов (тепловозов, электровозов, газотурбовозов);
- моторвагонного подвижного состава (МВПС): автомотрис, рельсовых автобусов, дизель-поездов, электропоездов.

1.1.3. Рекомендации устанавливают требования к параметрам вибрации, средствам их измерения, условиям, методам и порядку проведения измерений, а также к обработке опытных данных и представлению результатов измерений в протоколе испытаний.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих Рекомендациях использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования (ИСО 2631-1:1997, MOD);

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;

ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001) Вибрация. Измерение и анализ вибрации, воздействующей на пассажиров и бригаду рельсового транспортного средства;

ГОСТ 31317.2-2006 (ИСО 10326-2-2001) Вибрация. Лабораторный метод оценки вибрации сидений транспортных средств. Часть 2. Сиденья железнодорожного транспорта (ISO 10326-2-2001.MOD);

ГОСТ 31319-2006 (ЕН 14253:2003) "Вибрация. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Требования к проведению измерений на рабочих местах";

ГОСТ ИСО 8041-2006 Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений (ИСО8041:2005, IDT);

ГОСТ ИСО 5348-2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров (ИСО 5348:1998, IDT).

3. ИСПЫТАНИЯ ТПС С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

3.1. Оценка соответствия параметров вибрации опытных образцов ТПС требованиям нормативно-технической документации на его изготовление и возможности постановки на производство.

3.2. Контроль стабильности параметров вибрации находящегося в производстве и эксплуатируемого ТПС.

3.3. Определение влияния на параметры вибрации ТПС вносимых в его конструкцию изменений.

4. ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВИБРАЦИИ

4.1. При проведении испытаний, в соответствии с ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001), должны измеряться значения виброускорения, действующего в вертикальном и горизонтальном (продольном и поперечном) направлениях на рабочих местах локомотивной бригады в кабине машиниста ТПС в полосе частот от 0,89 до 89,1 Гц.

5. АППАРАТУРА

5.1. Средства измерения вибрации должны обеспечивать определение средних квадратических значений виброускорения, a , м/с^2 в третьоктавных полосах со среднегеометрическими частотами 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц в диапазоне от 0,01 до 10 м/с^2 .

5.2. Измерительный тракт должен включать: акселерометр, виброметр, полосовые фильтры или частотный анализатор, показывающий или регистрирующий прибор.

5.3. Приборы, входящие в измерительный тракт, должны отвечать соответствующим требованиям ГОСТ ИСО 8041-2006 и национальным стандартам.

Допускается при измерениях параметров вибрации ТПС применение внешних регистрирующих устройств, соответствующих требованиям к регистрации информации, предъявляемым ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001).

Калибровку измерительного тракта следует проводить с помощью калибратора, который должен соответствовать рекомендациям МЭК.

5.4. Все применяемые приборы и калибраторы должны иметь свидетельства о поверке.

5.5. В измерительном тракте необходимо использование многоканальных приборов, обеспечивающих одновременное измерение виброускорений, действующих по осям ортогональной системы координат. При отсутствии указанных приборов допускается проведение измерений одноканальной измерительной аппаратурой.

6. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Требования к испытываемому подвижному составу.

6.1.1. Вновь изготовленный ТПС подлежит испытаниям в соответствии с п. 3.1 настоящих Рекомендаций после завершения пробега 5000 км.

Находящийся в производстве и эксплуатируемый ТПС подлежит испытаниям в соответствии с п. 3.2 настоящих Рекомендаций по достижении пробега 100000 км.

6.1.2. Техническое состояние подлежащего испытаниям ТПС должно удовлетворять соответствующим техническим условиям и требованиям эксплуатации, он должен иметь полное служебное оснащение.

6.1.3. Масса локомотива должна соответствовать служебной массе с учетом наличия 2/3 запаса экипировочных материалов.

Головные вагоны МВПС не должны быть загружены.

6.2. Требования к измерительному участку пути.

6.2.1. Испытания следует проводить на бесстыковом участке пути с железобетонными шпалами и сухим щебеночным балластным слоем (не промерзшим). Допускается проведение испытаний на звеньевом пути. Это необходимо отметить в протоколе испытаний.

6.2.2. Путь не должен иметь кривых радиусом менее 1000 м, стрелок, подъемов или уклонов более 5%, проходить по мостам, тоннелям.

6.2.3. Участок пути для проведения испытаний по своему техническому состоянию должен обеспечивать возможность движения испытываемого ТПС со скоростями, установленными разделом 7 настоящих Рекомендаций.

Общая длина участка для проведения испытаний ТПС должна быть не менее 20 км.

6.3. Требования к уровню помех.

6.3.1. Во время испытаний должны быть приняты меры по защите измерительной аппаратуры от внешних воздействий, электромагнитных полей и ударов, которые могут являться источниками помех, искажающих результаты измерений.

6.3.2. Не допускается проведение измерений при наличии посторонних источников, дополнительно генерирующих вибрацию в кабине машиниста: следование по соседнему пути подвижного состава, хождение людей по кабине машиниста, открывание и резкое закрывание двери кабины машиниста и т.д.

7. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

7.1. Режимы работы ТПС при измерении параметров вибрации.

7.1.1. На неподвижном ТПС при работе вспомогательного оборудования:

- а) при минимально устойчивых оборотах силовой установки;
- б) при номинальном числе оборотов силовой установки;
- в) при промежуточных значениях оборотов силовой установки для обнаружения возможных резонансных явлений.

7.1.2. На ТПС, следующем с выключенной силовой установкой.

Способы реализации движения ТПС с выключенной силовой установкой, значения скорости следования и продолжительность выбираются в зависимости от целей и задач испытаний.

7.1.3. На ТПС, следующем с постоянной скоростью в пределах $\pm 5\%$ в режиме тяги и при работе в эксплуатационном режиме силовой установки и вспомогательного оборудования:

а) магистральный ТПС - со скоростями, составляющими 20%, 40%, 60%, 80% и 100% от конструкционной скорости;

б) маневровый ТПС – со скоростями, составляющими 20%, 60%, 100% от конструкционной скорости;

в) при промежуточных значениях скоростей движения, на которых возможно появления резонансных явлений.

Допускается проведение измерения вибрации при движении ТПС со скоростями от нуля до конструкционной скорости с интервалом 20 км/ч.

7.1.4. На дизельном ТПС, следующем в режиме тяги с конструкционной скоростью, реализация мощности силовых установок должна быть номинальной.

7.1.5. Испытания электроподвижного состава должны производиться при номинальном значении напряжения в контактной сети. При необходимости в протоколе испытаний отмечается отклонение напряжения в контактной сети.

7.1.6. В каждом конкретном случае проведения испытаний режимы работы ТПС не должны противоречить требованиям, установленным национальными нормативными документами.

7.2. Расположение точек измерения.

7.2.1. Измерения вибрации должны проводиться в головной по ходу движения кабине ТПС. В двухкабинных локомотивах и МВПС измерения должны проводиться в каждой из кабин.

Размещение акселерометра должно быть в точке соприкосновения тела человека с вибрирующей поверхностью. В соответствии с ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) рекомендуются следующие точки измерения:

- подушка сиденья кресла машиниста и помощника машиниста;
- спинка кресла (в точке максимального давления тела);
- пол у основания кресла.

Измерительные, регистрирующие и анализирующие приборы и устройства, как правило, должны располагаться непосредственно в кабине машиниста испытываемого ТПС.

7.2.2. Для измерений вибрации на сиденье кресла необходимо поместить между сиденьем кресла и опорными поверхностями сидящего человека вкладку в виде жесткой плиты, в середине которой крепится виброизмерительный преобразователь.

Расчетная масса сидящего человека принимается в пределах от 75 до 95 кг.

Для измерений вибрации на спинке кресла акселерометр необходимо

закрепить на внутренней стороне спинки напротив точки максимального давления тела.

При измерении вибрации на сиденье и спинке кресла установка акселерометра должна соответствовать требованиям ГОСТ 31317.2-2006 (ИСО 10326-2-2001). Система координат для измерений на поверхности кресла установлена в ГОСТ 31317.2-2006 (ИСО 10326-2-2001).

7.2.3. Для измерений вибрации у основания кресел промежуточную стальную плиту (для стоящего человека) с закрепленным акселерометром или стальные плиты с акселерометрами (для каждой ноги сидящего человека) размещают на полу без дополнительной нагрузки. Размеры применяемых плит должны соответствовать требованиям ГОСТ 31319-2006.

Допускается использование устройства для быстрой установки акселерометра, соответствующее требованиям ГОСТ 31319-2006.

7.2.4. Способы крепления акселерометра на полу должны соответствовать требованиям ГОСТ ИСО 5348-2002 и .

7.2.5. До и после каждого из циклов измерений вибрации должна проводиться проверка измерительного тракта в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей приборов, а также его калибровка.

7.2.6. В кабине машиниста кроме локомотивной бригады допускается присутствие не более двух испытателей.

7.2.7. Фактическая загрузка вагона (масса измерительной аппаратуры, испытателей), режимы работы силового и вспомогательного оборудования, имевшие место при испытаниях, должны быть отмечены в протоколе.

7.3. Проведение измерений.

Вибрацию измеряют в направлении осей системы координат в точке контакта тела человека с вибрирующей поверхностью. Расположение системы координат выбирают в соответствии с ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997).

7.3.1. Измерения вибрации могут выполняться в автоматическом и неавтоматическом режиме работы измерительного тракта.

7.3.2. Каждое отдельное измерение вибрации допускается проводить непрерывно или дискретно с равными между собой интервалами времени.

Продолжительность каждого отдельного измерения должна быть достаточной для обеспечения требуемой статистической точности результата измерения.

7.3.3. При непрерывном измерении его продолжительность должна быть не менее 3 мин. При этом указанная суммарная продолжительность 3 мин. может быть реализована несколькими периодами не менее 30 с.

При регистрации измеряемого виброускорения для последующего проведения анализа полученная запись - в целях максимизации отношения сигнал-шум в соответствии с рекомендациями ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) - может быть пропущена через фильтр низких частот с частотой среза, в 1,5 раза превышающей верхнее значение частотного диапазона измеряемой

вибрации. Фазовая характеристика измерительного тракта должна быть линейной в указанном частотном диапазоне.

7.3.4. При дискретном проведении измерений интервалы времени между отсчетами показаний не должны быть меньше значения времени усреднения виброметра.

7.3.5. При неавтоматизированном режиме работы измерительного тракта интервалы между отсчетами показаний должны быть:

- в диапазоне от 0,7 до 5,6 Гц - не менее 30 с;
- в диапазоне от 5,6 до 22,4 Гц – не менее 3 с;
- свыше 22,4 Гц – не менее 2 с.

При использовании приборов со стрелочной или цифровой индикацией показания фиксируют в момент отсчета.

Для обеспечения результатов требуемой точности измерения вибрации повторяют не менее 10 раз.

8. ОБРАБОТКА И ОЦЕНКА ИЗМЕРЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИИ

8.1. Для каждого направления действующей вибрации на поверхности сиденья и пола необходимо определять в соответствии с ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) среднеквадратическое значение скорректированного виброускорения:

$$a_w = \left[\frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{1/2},$$

где $a_w(t)$ – скорректированное виброускорение в функции времени, $м/с^2$;

T – длительность измерения, с.

8.2. При проведении анализа записи нескорректированного виброускорения в третьоктавных полосах частот их среднегеометрические частоты должны соответствовать ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997). Среднеквадратичное значение виброускорения в третьоктавной полосе частот может быть получено суммированием результатов измерений, выполненных в более узких полосах частот. При этом среднеквадратичные значения скорректированного виброускорения должны быть получены умножением значений нескорректированной вибрации в третьоктавных полосах частот на соответствующие значения функции частотной коррекции W_b , приведенные в ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) и ГОСТ 31191.4-2006 (ИСО 2631-4:2001):

$$a_w = \left[\sum_i (W_{bi} \cdot a_i)^2 \right]^{1/2},$$

где W_{bi} – значение функции частотной коррекции для i -й третьоктавной полосы частот;

a_i – среднеквадратичное значение виброускорения в i -й третьоктавной полосе частот, m/c^2 .

В качестве функции частотной коррекции W рекомендуется использовать

В случае проведения измерений вибрации в более узких полосах частот, в том числе по методу быстрого преобразования Фурье (БПФ), скорректированное значение виброускорения a_w , m/c^2 определяют по формуле:

$$a_w = \left[\sum_i \left(H(j \cdot 2\pi f_i) \cdot a_i \right)^2 \right]^{1/2},$$

где f_i – средняя частота i -й узкой полосы частот (частота спектральной линии при использовании БПФ), Гц;

$H(j \cdot 2\pi f_i)$ – передаточная функция для данного вида частотной коррекции;

a_i – среднеквадратичное значение виброускорения в i -й узкой полосе частот (линии спектра), m/c^2 .

Для расчета среднеквадратичного значения скорректированного виброускорения может быть использован один из методов, установленных ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001)

8.3. Оценку воздействия вибрации на состояние здоровья необходимо проводить для каждого направления. Для оценки воздействия вибрации необходимо использовать максимальное значение скорректированного виброускорения по каждому из направлений. Если уровни вибрации по направлениям сопоставимы, рекомендуется определение значения полной вибрации.

Полное среднеквадратичное значение скорректированного виброускорения определяют по результатам измерений в трех ортогональных направлениях действия вибрации по формуле:

$$a_{\Sigma w} = (k_x^2 \cdot a_{wx}^2 + k_y^2 \cdot a_{wy}^2 + k_z^2 \cdot a_{wz}^2)^{1/2},$$

где a_{wx} , a_{wy} , a_{wz} – среднеквадратичные значения скорректированного виброускорения, m/c^2 , действующего вдоль направлений осей координат x , y , z соответственно;

k_x , k_y , k_z – корректирующие коэффициенты для направлений измеряемого виброускорения, для направлений x , y - $k_x = k_y = 1,4$; для

направления $z - k_z = 1,0$.

Для оценки спектральных составляющих вибрации, действующей на рабочих местах локомотивной бригады, в качестве контролируемых параметров необходимо использовать некорректированные по частоте, среднеквадратичные значения виброускорения, в третьоктавных полосах нормируемого диапазона частот.

При проведении испытаний контролируемые характеристики выбираются с учетом цели испытаний и требований к ним, установленным национальными нормативными документами, регламентирующими параметры вибрации на рабочих местах локомотивной бригады ТПС.

9. ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ

Результаты испытаний оформляются протоколом, который как минимум должен содержать следующие сведения:

9.1. Ссылку на настоящие Рекомендации и другие документы, определяющие методику испытаний.

9.2. Вид и задачи испытаний.

9.3. Тип, номер, завод-изготовитель, год выпуска и пробег единицы ТПС к началу проведения испытаний.

9.4. Основные технические характеристики испытываемой единицы ТПС и оценка ее соответствия требованиям Технического задания (Технических условий) и настоящих Рекомендаций.

9.5. Наименования, типы, номера, заводы-изготовители, характеристики использовавшихся измерительных и регистрирующих приборов, а также даты и номера свидетельств о поверке и сведения о погрешности приборов.

9.6. Характеристику измерительного участка пути и его техническое состояние с указанием его протяженности.

9.7. Режим работы ТПС и его силового и вспомогательного оборудования.

9.8. Условия работы испытываемого локомотива: одиночно следующий или с составом массой (указать количество тонн).

9.9. Метеорологические условия и сведения о состоянии поверхности катания рельсов (влажное, сухое и т.д.).

9.10. Сведения об отклонениях условий испытаний от требований настоящих Рекомендаций, если они имели место.

9.11. Условия проведения измерения параметров вибрации:

- расположение и число точек измерения;

- эскиз размещения точек измерения;

- количество находящихся людей в кабинах машиниста.

9.12. Данные всех исходных измерений параметров вибрации и результаты расчета усредненных значений, представленные в табличной форме.

9.13. Нормативные требования к измеряемым параметрам вибрации и название содержащего их документа.

9.14. Результаты сопоставления полученных результатов с допустимыми

значениями (если это являлось целью испытаний).

9.15. Наименование организации проводившей испытания, сведения об аккредитации данной организации, номер аттестата и срок его действия, должности и фамилии исполнителей.

9.16. Дату и место проведения испытаний.

При необходимости протокол испытаний может быть дополнен другими

сведениями в соответствие с отдельными положениями ГОСТ 31248-2004 (ИСО 10056:2001).

10 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. Испытатели перед началом испытаний должны получить инструктаж по охране труда. Порядок, виды проведения и организация инструктажа должны соответствовать требованиям, установленным национальными нормативными документами.

10.2. Во время проведения испытаний на железнодорожных путях должны выполняться требования документов, регламентирующих порядок работы и безопасность на железнодорожном транспорте.