

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

ВАГОНЫ ПАССАЖИРСКИЕ.	ОСТ 24.050.28-81
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ И	Взамен
ОЦЕНКИ ВИБРАЦИИ	ОСТ 24.050.28-74

Указанием Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 29.12.81 № ПМ-022/15613 срок действия установлен

с 01.01.85

Стандарт устанавливает единую систему методов измерения и оценки вибраций внутри подвижного состава, требования к подвижному составу, режимам его работы, средствам измерения и составным путям.

Настоящий стандарт распространяется на проектируемые пассажирские вагоны локомотивной тяги, вагоны электро- и дизель-поездов, автомотрисы магистральных железных дорог колеи 1520 мм, вагоны метрополитена, трамвайные вагоны (в дальнейшем пассажирские вагоны).

Стандарт учитывает требования стандарта ИСО 2631-78, СТ СЭВ 1831-79, СТ СЭВ 1932-79 и СН 1209-74 в части методов измерений и оценки вибраций.

Термины и обозначения, используемые в стандарте, соответствуют ГОСТ 24346-80, ГОСТ 24347-80 и ГОСТ 16504-74.

Издание официальное

Перепечатка воспрещена

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Оценка вибраций подвижного состава производится при типовых и исследовательских испытаниях новых или модернизированных пассажирских вагонов и при периодических контрольных испытаниях путем проверки соответствия измеренных вибраций нормам, предусмотренным настоящим стандартом (обязательное приложение 2).

1.2. Периодичность контрольных испытаний для пассажирских вагонов магистральных железных дорог должна соответствовать ГОСТ 15050-69, а для вагонов пригородного и городского транспорта в соответствии с нормативно-технической документацией, утвержденной в установленном порядке.

1.3. Результаты измерения и оценки вибрации могут быть использованы также для сравнения различных типов пассажирских вагонов и вариантов конструкции отдельных узлов вагонов.

2. ИЗМЕРЯЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАЦИИ

2.1. Для оценки воздействия вибрации измеряются средние квадратические значения виброускорений или виброскоростей в диапазоне частот от 1 до 80 Гц.

2.2. При типовых испытаниях оценка вибрации производится по средним квадратическим значениям, измеренным в отдельных третьоктавных полосах частот и интегрально во всем диапазоне с учетом частотной коррекции.

При периодических контрольных испытаниях допускается оценку вибрации производить только интегрально по всему спектру частот.

3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ВИБРАЦИИ

3.1. Средства измерения вибрации должны отвечать требованиям ГОСТ 12.4.012-76.

3.2. Средства измерения вибрации подвижного состава должны обеспечивать измерения виброускорений в диапазоне от 0,1 до 10 м/с² и виброскоростей от $0,3 \cdot 10^{-2}$ до 0,3 м/с в диапазоне частот от 0,2 до 80 Гц с основной погрешностью не более $\pm 20\%$.

3.3. Средства измерения должны обеспечивать определение приведенного среднего квадратического значения виброускорений или виброскоростей в контролируемой точке.

3.4. Измерительная система (рекомендуемое приложение I) может быть выполнена в 4-х вариантах из следующих элементов:

а) виброизмерительного преобразователя, измерительного уси-

дателя, набора третьоктавных фильтров, измерителя средних квадратических значений виброускорений, индикатора, или регистрирующего устройства.

При интегральной оценке вибраций вместо набора третьоктавных фильтров может использоваться частотно-взвешивающий фильтр по ускорению;

б) виброизмерительного преобразователя, набора третьоктавных фильтров, измерителя средних квадратических значений виброскорости, индикатора или регистрирующего устройства.

При интегральной оценке вибраций вместо набора третьоктавных фильтров может использоваться частотно-взвешивающий фильтр по скорости.

3.5. При использовании частотно-взвешивающего фильтра амплитудно-частотная характеристика сквозного измерительного тракта не должна отличаться от установленной настоящим стандартом более, чем на $\pm 6\%$ (0,5 дБ).

3.6. Все применяемые приборы должны быть проверены в установленные сроки соответствующими метрологическими организациями и иметь свидетельства о Государственной поверке.

3.7. Допускается при измерениях использовать устройства точной магнитной записи с последующим анализом вибраций в стационарных условиях. Тип магнитного носителя должен соответствовать ГОСТ 22507-77.

4. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ИСПЫТУЕМОМУ ПОДВИЖНОМУ СОСТАВУ

4.1. Общие цели и порядок проведения испытаний должны соответствовать ОСТ 24.001.08-76 (раздел 7).

4.2. Вагоны, предназначенные для испытаний, должны отвечать требованиям стандартов и утвержденной нормативно-технической документации, а также действующим Правилам технической эксплуатации.

5. РЕЖИМ РАБОТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ХОДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ

5.1. При ходовых вибрационных испытаниях подвижного состава режим работы силового и вспомогательного оборудования, которое может служить источником вибраций, устанавливается, исходя из условий и опыта эксплуатации конкретного типа вагона. При отсутствии данных о вероятностных характеристиках работы силового и вспомогательного оборудования в эксплуатации при измерениях вибрации оно должно функционировать в номинальном рабочем режиме. Испытания могут проводиться как одиночного вагона, так и в составе поезда согласно программе испытаний.

5.2. Регистрация измеренных параметров вибрации должна производиться на порожних вагонах на стоянке при работающем силовом и вспомогательном оборудовании и во всем диапазоне эксплуатационных скоростей вплоть до максимальной конструкционной через интервалы, равные 10-20 км/ч (5-10 км/ч - для трамвайных вагонов).

Допускается при испытаниях первые два интервала скоростей объединять.

5.3. Допускается отклонение скорости движения подвижного

состава при измерениях в интервале $\pm 10\%$ от среднего значения при рассматриваемом режиме работы.

6.4. Фактическая загрузка вагона (масса измерительной аппаратуры, испытателей и т.п.) и режим работы силового и вспомогательного оборудования, имевший место при испытаниях отмечается в протоколе.

6. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ПУТИ

6.1. Техническое состояние участков пути должно соответствовать хорошей оценке по методам контроля, принятым на железнодорожном транспорте и обеспечивать движение испытываемых вагонов с конструкционной скоростью.

6.2. Испытания должны проводиться на прямых участках, как правило, бесстыкового пути с железобетонными шпалами и набеночным балластным слоем.

допускается проводить испытания на звеньевом пути или на пути, уложенном на деревянные шпалы.

Испытания вагонов метрополитена должны проводиться на пути, уложенном на деревянные шпалы.

Вагоны метрополитена должны испытываться на участках пути, техническое состояние которых соответствует хорошей оценке по методам контроля, принятым для рельсовых путей метро.

Вагоны трамвая должны испытываться на прямых участках пути, техническое состояние которых соответствует хорошей оценке по методам контроля, принятым для рельсовых путей трамвая.

Сведения о типе и характеристике пути необходимо отразить в протоколе испытаний.

6.3. Общая длина участков для проведения испытаний вагонов магистральных железных дорог должна быть не менее 20 км.

Общая длина участков для проведения испытаний вагонов метрополитена должна быть не менее 10 км.

Общая длина участков для проведения испытаний трамвая должна быть не менее 5 км.

6.4. Конструкция магистрального железнодорожного пути с колесей 1520 мм должна удовлетворять следующим требованиям:

- балласт — щебеночный толщиной под шпалой не менее 25 см;
- рельсы — не легче типа Р-50, длиной не менее 25 м;
- опора шпал — не менее 1840 шт. на километр.

Конструкция пути метрополитена должна удовлетворять требованиям СНиП II-40-80.

Конструкция трамвайных путей должна удовлетворять следующим требованиям:

- балласт — щебеночный или бетонный;
- рельсы — не легче типа Р-50, длиной не менее 25 м;
- опора шпал — не менее 1600 штук на 1 км.

7. ПРОЦЕДУРА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Длительность измерения, необходимая для обеспечения статистической достоверности результата, для каждого режима работы не должна быть менее 200 с. Допускается разбивать суммарное время измерения на отрезки продолжительностью t_j , каждому из которых соответствует ^{свое} приведенное среднее квадратическое значение виброскорости \bar{v}_{mj} или виброускорения \bar{a}_{mj} . Тогда приведенные средние квадратические значения виброскорости и виброускорения определяются формулами:

$$\bar{v}_{mk} = \sqrt{\sum_j \frac{t_j}{T} \cdot \bar{v}_{mj}^2} \quad (1)$$

$$\bar{a}_{mk} = \sqrt{\sum_j \frac{t_j}{T} \cdot \bar{a}_{mj}^2} \quad (2)$$

где \bar{v}_{mk} — приведенное среднее квадратическое значение виброскорости, м · с⁻¹;

\bar{a}_{mk} — приведенное среднее квадратическое значение виброускорения, м · с⁻².

t_j - продолжительность j -го отрезка измерения, с;

t - продолжительность суммарного времени измерения, с;

7.2. При испытаниях измеряются средние квадратические значения виброскорости или виброускорения в вертикальном и горизонтальном (продольном и поперечном) направлениях на сиденьях вблизи пятников и центре вагона в пассажирском салоне и служебных помещениях пассажирских вагонов, в пассажирском салоне и кабине машиниста вагонов электро- и дизель-поездов, вагонов метрополитена, в пассажирском салоне и кабине водителя трамвайных вагонов, автомоторных магистральных железных дорог.

Для определения виброизолирующих свойств сидений необходимо измерять средние квадратические значения вибраций также на полу под сиденьями.

7.3. Для измерения вибрации на сидения необходимо поместить между сидением дивана или кресла и телом человека датлапку в виде жесткой металлической плиты, на которой крепится виброизмерительный преобразователь.

Размеры плиты - диаметр 300 мм, толщина 4 мм.

Масса тела сидящего человека должна быть 70 ± 10 кг.

7.4. Жесткость крепления виброизмерительного преобразователя должна быть такой, чтобы собственная частота колебаний крепления с виброизмерительным преобразователем была не менее 200 Гц.

7.5. При измерении вибраций следует руководствоваться ГОСТ 13731-68 и ГОСТ 17168-71.

7.6. При измерениях вибраций пассажирских вагонов измерительные, регистрирующие и анализирующие приборы и устройства устанавливаются непосредственно в испытуемом вагоне.

Допускается размещение приборов и устройств в специально оборудованной вагон-лаборатории; анализирующее устройство допускается устанавливать в стационарных условиях.

8. ОЦЕНКА ВИБРАЦИИ

8.1. Оценка вибрации для вертикального и горизонтального направлений действия проводится раздельно.

8.2. Оценка вибрации производится интегрально по всему спектру частот и раздельно по третьоктавным полосам частот в соответствии с методикой, изложенной в обязательном приложении 2.

9. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты измерения и оценки вибрации вагонов оформляются отчетом, актом или протоколом и должны содержать следующие сведения:

наименование организации — исполнителя испытаний;

ссылку на настоящий стандарт и другие материалы, определившие методику испытаний;

вид и задачи испытаний;

тип, номер, завод-изготовитель, год выпуска и пробег испытываемой единицы подвижного состава;

наименования, типы, характеристики использованных измерительных приборов, а также данные о классе точности приборов;

место установки виброизмерительных преобразователей;

характеристики участка пути;

фактическая загрузка вагона;

режимы работы вагона и его оборудования;

составность поезда и положение испытываемых вагонов в поезде;

данные о состоянии поверхности катания рельсов
(влажное, сухое и т.д.);

данные об отклонениях условий испытаний от требований
настоящего стандарта, если они имели место;

заключения о результатах испытаний (оценка, вывод,
предложения и т.д.);

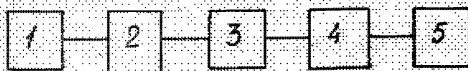
дату и место проведения испытаний (участок пути, его
протяженность).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

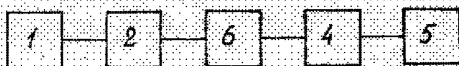
Рекомендуемое

Схемы измерения и регистрации
виброускорения и виброскорости

Вариант 1. Блок - схема измерения и регистрации средних
квадратических значений виброускорения



Вариант 2. Блок - схема измерения и регистрации средних
квадратических значений виброскорости



- 1 - виброизмерительный преобразователь;
 2 - измерительный усилитель;
 3 - частотно-взвешивающий фильтр с частотной характеристикой $q_w(f)$
 или набор третьоктавных фильтров, аппроксимирующих частотную
 характеристику $q_w(f)$, определяемую в соответствии с обя-
 зательным приложением 2;
 4 - измеритель средних квадратических значений;
 5 - регистрирующее устройство;
 6 - частотно-взвешивающий фильтр с частотной характеристикой $h_w(f)$
 или набор третьоктавных фильтров, аппроксимирующих
 частотную характеристику $h_w(f)$, определяемую в соответствии
 с обязательным приложением 2.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Обязательное

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВИБРАЦИИ ВАГОНОВ

I. Интегральная оценка производится по следующим расчетным условиям:

для вибрации, действующей в вертикальном направлении

$$\sum_k P_k f_b(\bar{a}_{mk}) \leq 1 \quad (1)$$

$$\sum_k P_k f_b(\bar{v}_{mk}) \leq 1 \quad (2)$$

для вибрации, действующей в горизонтальном направлении

$$\sum_k P_k f_p(\bar{a}_{mk}) \leq 1 \quad (3)$$

$$\sum_k P_k f_p(\bar{v}_{mk}) \leq 1 \quad (4)$$

где P_k — доли времени (вероятность) движения вагона в эксплуатации со скоростями от U_k до U_{k+1} в "k"-ом интервале.

В этих выражениях $f_b(\bar{a}_{mk})$ и $f_b(\bar{v}_{mk})$ — функции, характеризующие уровень воздействия действующих виброускорений и виброскоростей соответственно.

$$f_c(\ddot{a}_{\text{нн}}) = 122 \cdot \ddot{a}_{\text{нн}}^{0,827} + 195 \cdot \ddot{a}_{\text{нн}}^{1,23} + 0,240 \cdot \ddot{a}_{\text{нн}}^{5,33} \quad (5)$$

$$f_c(\ddot{v}_{\text{нн}}) = 55600 \cdot \ddot{v}_{\text{нн}}^{0,827} + 11615 \cdot \ddot{v}_{\text{нн}}^{1,23} + 94400 \cdot \ddot{v}_{\text{нн}}^{5,33} \quad (6)$$

$$f_r(\ddot{a}_{\text{нн}}) = 122(\sqrt{2} \ddot{a}_{\text{нн}})^{0,827} + 195(\sqrt{2} \ddot{a}_{\text{нн}})^{1,23} + 0,440(\sqrt{2} \ddot{a}_{\text{нн}})^{5,33} \quad (7)$$

$$f_r(\ddot{v}_{\text{нн}}) = 55600(\sqrt{2} \ddot{v}_{\text{нн}})^{0,827} + 11615(\sqrt{2} \ddot{v}_{\text{нн}})^{1,23} + 94400(\sqrt{2} \ddot{v}_{\text{нн}})^{5,33} \quad (8)$$

2. Вероятность P_K для разных вагонов определяется эксплуатационным распределением скоростей с учетом стоянок и при отсутствии экспериментальных данных принимается согласно табл. I.

3. Значения функций воздействия вибраций $f_c(\ddot{a}_{\text{нн}})$, $f_c(\ddot{v}_{\text{нн}})$, $f_r(\ddot{a}_{\text{нн}})$, $f_r(\ddot{v}_{\text{нн}})$ могут быть определены по формулам (5) - (8) или по табл. 2, 3.

4. Величина приведенного среднего квадратического значения виброускорения при интегральной оценке измеряется как среднее квадратическое значение виброускорения $\ddot{a}_{\text{нн}}$ на выходе частотно-взвешивающего фильтра с амплитудно-частотной характеристикой $q_n(f)$, на входе которого действует сигнал, соответствующий виброускорению в контролируемой точке или определяется по формуле:

$$\ddot{a}_{\text{нн}} = \sqrt{\sum_i [q_n(f_i) \cdot \ddot{a}_i]^2} \quad (9)$$

где $q_n(f_i)$ - значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $q_n(f)$ при среднегеометрических частотах третьоктавных полос f_i ;

\ddot{a}_i - среднее квадратическое значение виброускорения в i -ой третьоктавной полосе частот, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$.

Значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $q_{\nu}(f)$ частотно-выравнивающего фильтра определяются по табл. 4, черт. 1 или формулами:

для вертикального направления

$$q_{\nu}(f) = \frac{0,74 f}{\sqrt{1+142 f^2}} \cdot \frac{\sqrt{1+0,1225 f^2}}{\sqrt{(1-\frac{f^2}{16})^2+0,0576 f^2}} \quad (10)$$

и для горизонтального направления

$$q_{\nu}(f) = \frac{2,67 f}{\sqrt{(1+4 f^2)(1+0,445 f^2)}} \quad (11)$$

где: f - частота, Гц.

Индексы "в" и "г" при $q_{\nu}(f)$ обозначают направление действия виброускорения.

5. Приведенное среднее квадратическое значение виброускорения может определяться при помощи ЭИВМ по формуле:

$$\bar{\sigma}_{\nu} = \sqrt{2 \sum_{f_{\text{ни}}}^{f_{\text{в}}} q_{\nu}^2(f_{\text{ц}}) \int_{f_{\text{ни}}}^{f_{\text{в}}} \Phi_{\nu}(f) df} \quad (12)$$

где $\Phi_{\nu}(f)$ - функция спектральной плотности виброускорения,

$$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-4} \cdot \text{Гц}^{-1};$$

$f_{\text{в}}$ - значение верхней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц;

$f_{\text{ни}}$ - значения нижней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц.

6. Величина приведенного среднего квадратического значения виброускорения при интегральной оценке измеряется как среднее квадратическое значение виброускорения \bar{U}_{ν} на выходе частотно-выравнивающего фильтра с амплитудно-частотной характеристикой $h_{\nu}(f)$, на входе которого действует сигнал, соответствующий виброускорению в контролируемой точке или определяется по формуле:

$$\bar{U}_{\nu} = \sqrt{\sum [h_{\nu}(f_{\text{ц}}) \bar{U}_i]^2} \quad (13)$$

где $h_u(f_i)$ - значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $h_u(f)$ при среднегеометрических частотах третьоктавных полос f_i ;

\bar{v}_i - среднее квадратическое значение виброскорости в i -ой третьоктавной полосе частот, м · с⁻¹.

Значение модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $h_u(f)$ частотно-звешивающего фильтра определяется по табл. 5, черт. 2 или формулами:

для вертикального направления

$$h_{vb}(f) = \frac{0,0944 \cdot f^2}{\sqrt{1 + 1,92 f^2}} \cdot \frac{\sqrt{1 + 0,1225 f^2}}{\sqrt{(1 - \frac{f^2}{36})^2 + 0,0576 f^2}} \quad (14)$$

и для горизонтального направления

$$h_{vg}(f) = \frac{1,155 f^2}{\sqrt{(1 + 4 f^2)(1 + 0,445 f^2)}} \quad (15)$$

где f - частота, Гц.

Индексом "в" и "г" при $h_u(f)$ обозначает направление действия виброскорости.

7. Приведенное среднее квадратическое значение виброскорости может быть определено при помощи ЭИМВ по формуле:

$$\bar{v}_{нк} = \sqrt{2 \sum_i h_u^2(f_{ik}) \int_{f_{ik}}^{f_{i+1k}} \phi_v(f) df} \quad (16)$$

где $\phi_v(f)$ - функция спектральной плотности виброскорости, м² · с⁻² · Гц⁻¹.

f_{ik} - значение верхней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц;

f_{i+1k} - значение нижней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц.

8. Интегральная оценка вибраций удовлетворяет требованиям настоящего стандарта, если выполняются условия, определяемые формулами 1,3 или 2,4 п.1.

9. При оценке воздействия вибраций в третьоктавных полосах частот средние квадратические значения виброускорений \tilde{a}_i или виброскоростей \tilde{v}_i в i -ой полосе частот определяются с учетом вероятности движения вагона в "к"-м интервале скоростей по формулам:

$$\tilde{a}_i = \sqrt{\sum_k P_k \cdot \tilde{a}_{ki}^2} \quad (17)$$

$$\tilde{v}_i = \sqrt{\sum_k P_k \cdot \tilde{v}_{ki}^2} \quad (18)$$

где \tilde{a}_i - среднее квадратическое значение виброускорения в i -ой полосе частот, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$;

\tilde{v}_i - среднее квадратическое значение виброскорости в i -ой полосе частот, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$;

P_k - вероятность движения вагона в эксплуатации со скоростями от U_k до U_{k+1} в "к"-ом интервале;

\tilde{a}_{ki} - измеренное в i -ой полосе частот среднее квадратическое значение виброускорения при движении в "к"-ом интервале скоростей, $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$;

\tilde{v}_{ki} - измеренное в i -ой полосе частот среднее квадратическое значение виброскорости при движении в "к"-ом интервале скоростей, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

10. Полученные по формулам (17), (18) средние квадратические значения виброускорения или виброскорости в i -ой полосе частот должны удовлетворять неравенству:

$$\tilde{a}_i \leq \tilde{a}_{gi} \quad (19)$$

или

$$\bar{U}_i \leq \bar{U}_{di} \quad (20)$$

где \bar{a}_{di} и \bar{U}_{di} - допускаемое среднее квадратическое значение виброускорения и виброскорости в i -ой полосе частот, определенное по табл. 6.

Распределение вероятностей скорости движения по времени, P_k .

Таблица I

Наименование подвижного состава	Конструкционная скорость км/ч	Отс-янка в рейсе	Скорость $U_k - U_{k+1}$ км/ч										
			до 20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140	140-160	160-180	180-200	
Пассажирские вагоны скоростного движения	200	0,02	0,02	0,03	0,10	0,11	0,12	0,15	0,18	0,17	0,09	0,01	
Пассажирские вагоны дальнего сообщения	160	0,10	0,02	0,03	0,14	0,21	0,25	0,17	0,06	0,02	-	-	
Пассажирские вагоны пригородного и местного сообщения. Вагоны электро- и дизель-поездов, автомотрисы	130	0,12	0,05	0,06	0,20	0,28	0,25	0,03	0,01	-	-	-	
Вагоны метрополитена	100	0,16	0,07	0,10	0,40	0,25	0,02	-	-	-	-	-	
		Сто-янка	Скорость $U_k - U_{k+1}$ км/ч										
			до 10	10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70				
Трамвай	75	0,235	0,112	0,266	0,224	0,106	0,051	0,0058	0,0002				

ОДТ 24.050.28-81 стр.16

Таблица 2

Значения функции воздействия в зависимости от уровня действующих виброускорений

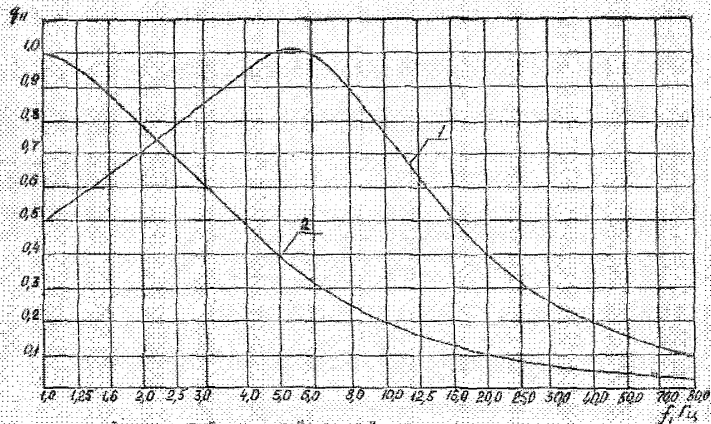
$\tilde{a}_{\text{ок}} (m \cdot c^{-2})$	$f(\tilde{a}_{\text{ок}})$	
	вертикальное направление	горизонтальное направление
0,05	0,119	0,167
0,10	0,240	0,352
0,15	0,377	0,570
0,20	0,530	0,821
0,25	0,700	1,11
0,30	0,887	1,43
0,35	1,09	1,78
0,40	1,31	2,18
0,45	1,55	2,62
0,50	1,81	3,10
0,55	2,09	3,66
0,60	2,38	4,29
0,65	2,71	5,02
0,70	3,05	5,88
0,80	3,84	8,14
0,90	4,81	11,5
1,00	6,01	16,6
1,10	7,56	24,0
1,20	9,60	36,2
1,30	12,3	53,7
1,40	16,0	79,3
1,50	20,9	116
1,60	27,6	168
1,70	36,5	239
1,80	48,3	336
1,90	63,7	465
2,00	83,8	635

Таблица 3

Значения функции воздействия в зависимости от уровня действующих виброскоростей

$\tilde{V}_{\text{вк}} \cdot 10^{-2} (\text{м}\cdot\text{с}^{-1})$	$f(\tilde{V}_{\text{вк}})$	
	Вертикальное направление	Горизонтальное направление
0,20	0,0340	0,0459
0,40	0,0626	0,0858
0,60	0,0906	0,126
0,80	0,119	0,168
1,0	0,148	0,211
1,4	0,209	0,304
2,0	0,308	0,459
2,4	0,378	0,573
3,0	0,492	0,760
3,4	0,574	0,894
4,0	0,704	1,11
4,4	0,796	1,27
5,0	0,942	1,52
6,0	1,20	1,96
7,0	1,50	2,52
8,0	1,82	3,12
9,0	2,17	3,84
10	2,56	4,68
11	3,00	5,71
12	3,46	6,96
13	4,00	8,40
14	4,59	10,1
15	5,28	13,4
16	6,08	16,9
17	7,01	21,5
18	8,12	27,5
19	9,44	35,2
20	11,0	45,1

Амплитудно-частотная характеристика частотно-
 завышающего по ускорению фильтра.



1. - для вибрации, действующей в вертикальном направлении;

2. - для вибрации, действующей в горизонтальном
 направлении.

Черт. I

Амплитудно-частотная характеристика фильтра

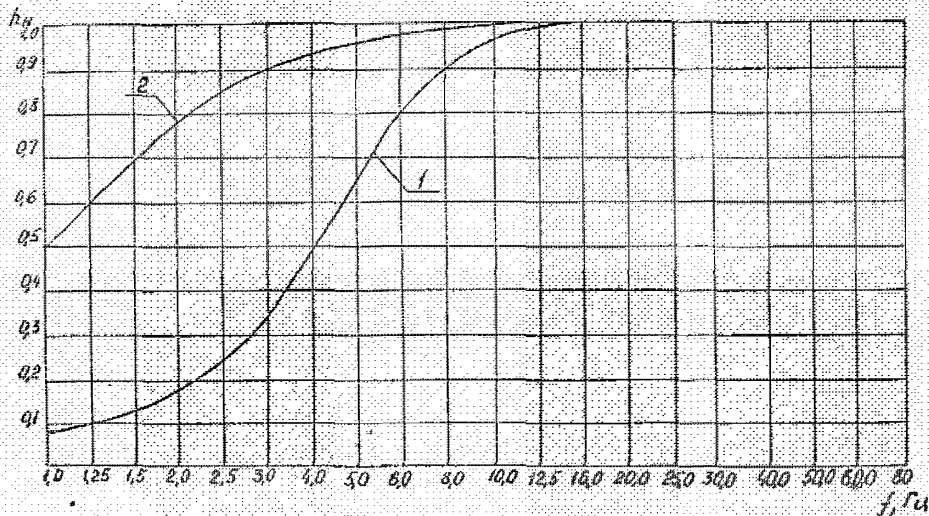
СОЛ 24 020 28 81 020 27

Таблица 4

Значение модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $g_n(f)$ по виброускорению фильтра (аппроксимация по данным ИСО)

Частота (среднегеометрическая третьоктавная полоса), f , Гц	$g_n(f)$	
	Вертикальное направление	Горизонтальное направление
1,00	0,500	1,000
1,25	0,561	0,952
1,60	0,627	0,871
2,00	0,692	0,777
2,50	0,766	0,673
3,15	0,853	0,566
4,00	0,942	0,465
5,00	1,000	0,381
6,30	0,983	0,308
8,00	0,886	0,245
10,00	0,754	0,198
12,50	0,620	0,159
16,00	0,489	0,124
20,00	0,392	0,099
25,00	0,313	0,080
31,50	0,249	0,063
40,00	0,196	0,050
50,00	0,156	0,040
63,00	0,124	0,031
80,00	0,0980	0,025

Амплитудно-частотная характеристика частотно-
вводимого по скорости фильтра.



- 1 - для вибрации, действующей в вертикальном направлении;
- 2 - для вибрации, действующей в горизонтальном направлении.

Черт. 2

НОТ 24.050.23.1020.23

Таблица 5

Значения модуля скорректированной
амплитудно-частотной характеристики
 $h_n(f)$ по виброскорости фильтра
(аппроксимация по данным ИСО)

Частота (среднегеометрическая третьоктавная полоса), f , Гц	$h_n(f)$	
	Вертикальное направление	Горизонтальное направление
1,00	0,064	0,497
1,25	0,089	0,595
1,60	0,128	0,697
2,00	0,176	0,777
2,50	0,244	0,842
3,15	0,343	0,892
4,00	0,481	0,930
5,00	0,636	0,954
6,30	0,790	0,970
8,00	0,905	0,982
10,00	0,962	0,988
12,50	0,988	0,993
16,00	1,000	1,000
20,00	1,000	1,000
25,00	1,000	1,000
31,50	1,000	1,000
40,00	1,000	1,000
50,00	1,000	1,000
63,00	1,000	1,000
80,00	1,000	1,000

Таблица 6

Допускаемые уровни виброускорений и
виброскоростей для вертикального и
горизонтального направлений

Частота (сред- негеометричес- кая третьоктав- ной полосы), f , Гц	Виброускорения, $m \cdot c^{-2}$		Виброскорость, $m \cdot c^{-1} \cdot 10^{-2}$	
	вертикаль- ное на- правление	горизонталь- ное направ- ление	вертикальное направление	горизонталь- ное направ- ление
1,00	0,56	0,20	9,03	3,20
1,25	0,50	0,30	6,42	2,56
1,60	0,45	0,20	4,47	2,06
2,00	0,40	0,20	3,22	1,60
2,50	0,36	0,25	2,30	1,60
3,15	0,32	0,30	1,60	1,60
4,00	0,28	0,40	1,12	1,60
5,00	0,28	0,50	0,90	1,60
6,30	0,28	0,63	0,72	1,60
8,00	0,28	0,80	0,58	1,60
10,00	0,36	1,00	0,58	1,60
12,50	0,45	1,26	0,58	1,60
16,00	0,58	1,60	0,58	1,60
20,00	0,73	2,00	0,58	1,60
25,00	0,90	2,50	0,58	1,60
31,00	1,13	3,10	0,58	1,60
40,00	1,46	4,00	0,58	1,60
50,00	1,80	5,00	0,58	1,60
63,00	2,30	6,33	0,58	1,60
80,00	2,90	8,04	0,58	1,60

Пример 1
 интегральной оценки вибрации вагонов (с применением
 частично взвешивающего фильтра)

Нормативное условие

$$\sum P_k f(\bar{a}_{kx}) \leq 1$$

Таблица 1

Исходные данные и результаты оценки вибрации на полу
 и на сиденьях кабины машиниста электропоезда ЭР9П

У, км/ч	P _k (табл. 1)	Сиденье				Пол			
		Вертикальные		Горизонтальные		Вертикальные		Горизонтальные	
		$\bar{a}_{kx}(m/s^2)$ измерен- ное или вы- числ. по форм.(8) или (12)	$f_k(\bar{a}_{kx})$ числен- ное по форм.(5) или опре- д. по табл.2	$\bar{a}_{ky}(m/s^2)$ измерен- ное или вычисл. по форм. (9) или (12)	$f_k(\bar{a}_{ky})$ числен- ное по форм.(7) или опре- д. по табл.2	$\bar{a}_{kx}(m/s^2)$ измерен- ное или вычисл. по форм. (9) или (12)	$f_k(\bar{a}_{kx})$ числен- ное по форм.(5) или опре- д. по табл.2	$\bar{a}_{ky}(m/s^2)$ измерен- ное или вычисл. по форм.(9) или (12)	$f_k(\bar{a}_{ky})$ числен- ное по форм.(7) или опре- д. по табл.2
0 ÷ 50	0,33	0,22	0,59	0,11	0,39	0,20	0,53	0,07	0,24
50 ÷ 70	0,24	0,33	1,00	0,15	0,57	0,30	0,89	0,14	0,52
70 ÷ 90	0,26	0,33	1,00	0,19	0,77	0,41	1,35	0,19	0,77
90 ÷ 110	0,13	0,54	2,03	0,39	1,64	0,53	1,97	0,30	1,43
$\sum P_k f(\bar{a}_{kx})$		0,96		0,68		0,99		0,58	

Таким образом, уровень вибрации на сиденьях и на полу кабины машиниста электропоезда ЭР9П удовлетворяет нормативному условию.

ИСПОЛНЕНИЕ 3
 Справочное

Пример 2

ИНТЕГРАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВИБРАЦИЙ ВАГОНОВ В ВЕРТИКАЛЬНОМ НАПРАВЛЕНИИ ПО ИЗМЕРЕНИЯМ В ТРЕТЬОКТАВНЫХ ПОЛОСАХ ЧАСТОТ (С ПРИМЕНЕНИЕМ НАБОРА ТРЕТЬОКТАВНЫХ ФИЛЬТРОВ)

Нормативное условие

Таблица 2

$$\sum_k P_k f_k(\bar{a}_{nk}) \leq 1$$

Исходные данные и результаты оценки вибрации трамвайного вагона на тележках с пневматическим подвешиванием

Средне-геометрическая частота $f_{ci}, \text{Гц}$	$q_k(f_{ci})$ табл. 4	Скорость, U_k (км/ч)					
		10		20		30	
		$\bar{a}_{ci} \cdot 10^3 (\text{м.с}^{-2})$ измеренное	$(\bar{a}_{ci} \cdot q_{mi}(f_{ci})) \cdot 10^4$	$\bar{a}_{ci} \cdot 10^3 (\text{м.с}^{-2})$ измеренное	$(\bar{a}_{ci} \cdot q_{mi}(f_{ci})) \cdot 10^4$	$\bar{a}_{ci} \cdot 10^3 (\text{м.с}^{-2})$ измеренное	$(\bar{a}_{ci} \cdot q_{mi}(f_{ci})) \cdot 10^4$
1,0	0,500	1,9	0,90	5,34	7,04	9,52	22,6
1,25	0,561	3,78	4,40	3,78	4,4	10,6	35,5
1,60	0,627	15,0	90,24	7,56	22,6	15,0	90,2
2,00	0,692	15,0	114,48	7,56	28,7	10,6	57,1
2,50	0,766	1,34	1,12	0,68	2,88	1,5	1,44
3,10	0,853	3,78	11,56	15,0	183,8	7,56	46,2
4,00	0,942	4,76	22,64	16,9	265,6	10,6	113,6
5,00	1,000	7,56	57,12	4,76	22,6	7,56	57,1
6,30	0,983	3,78	14,28	3,78	14,28	6,74	45,4
8,00	0,686	3,38	11,4	5,34	28,5	5,34	28,5
10,00	0,754	4,76	14,48	5,34	18,24	9,52	58,0
12,50	0,620	3,78	5,64	5,34	11,32	7,56	22,7
16,00	0,489	4,76	5,68	5,34	7,12	6,74	11,32
20,00	0,352	4,76	3,60	5,34	4,56	5,34	4,56
25,00	0,313	3,38	1,12	2,68	0,72	3,38	1,12
31,50	0,249	6,74	2,84	6,74	2,84	8,48	4,48
40,00	0,198	3,78	0,56	3,78	0,56	3,78	0,56
50,00	0,156	5,34	0,72	6,00	0,92	6,00	0,92
63,00	0,124	7,56	0,88	6,74	0,72	7,46	0,88
80,00	0,098	2,68	0,072	3,00	0,088	4,24	0,18
$\bar{a}_{nk} (\text{м.с}^{-2})$ (форм. 9)		0,19		0,254		0,246	
$f_k(\bar{a}_{nk})$ (форм. 5, табл. 3)		0,50		0,714		0,69	
P_k (табл. 1)		0,470		0,245		0,165	

Продолжение табл. 2

Средне-геометрическая частота $f_{ср}$, Гц	$g(f_{ср})$ табл. 4	Скорость, V_k (км/ч)					
		40		50		60	
		$\bar{a} \cdot 10^4$ (m/s^2), измеренное	$(\bar{a} g(f_{ср}))^2$ 10^4	$\bar{a} \cdot 10^4$ (m/s^2), измеренное	$(\bar{a} g(f_{ср}))^2$ 10^4	$\bar{a} \cdot 10^4$ (m/s^2), измеренное	$(\bar{a} g(f_{ср}))^2$ 10^4
1,0	0,500	30,0	225,0	30,0	225,0	33,8	141,6
1,25	0,561	30,0	282,2	33,8	358,2	42,4	563,6
1,6	0,627	15,0	90,24	37,8	567,2	60,0	1428,0
2,00	0,692	13,4	91,0	2,12	2,26	23,3	285,6
2,5	0,766	5,34	16,12	15,0	145,4	13,4	115,3
3,15	0,853	7,56	46,24	9,52	73,4	11,96	115,7
4,0	0,942	6,74	45,4	10,6	113,6	11,96	143,0
5,0	1,000	9,52	90,6	9,52	90,6	10,6	113,6
6,3	0,983	9,52	90,6	9,52	90,6	10,6	113,6
8,0	0,886	10,6	113,6	23,8	566,4	21,2	449,4
10,0	0,754	9,52	57,7	13,4	115,3	15,0	145,4
12,5	0,620	10,6	44,8	7,56	22,68	10,6	44,88
16,0	0,489	8,48	17,9	13,4	45,12	10,6	28,3
20,0	0,392	7,56	9,12	13,4	28,8	13,4	28,7
25,0	0,313	6,00	3,52	6,48	7,12	7,56	5,64
31,5	0,249	8,48	4,48	9,52	5,64	10,6	7,04
40,0	0,196	5,34	1,12	5,34	1,12	4,76	0,88
50,0	0,156	7,56	1,44	8,48	1,84	8,48	1,80
63,0	0,124	8,48	1,12	9,52	1,39	10,6	1,77
80,0	0,098	5,34	0,28	4,76	0,22	5,34	0,28
$\bar{a}_{нн}(m/s^2)$	(форм. 9)		0,34		0,50		0,60
$f_{ср}(\bar{a}_{нн})$	(форм. 5, табл. 2)		1,05		1,80		2,38
$P_{нн}$	(табл. 1)		0,0785		0,028		0,003
$\sum P_{нн} f_{ср}(\bar{a}_{нн})$			0,67				

Таким образом, уровень вибрации вагона удовлетворяет нормативному условию.

Пример 3

оценки вибрации вагонов в вертикальном направлении
в третьоктавных полосах частот

Нормативное условие

$$\tilde{a}_i \leq \tilde{a}_{qi}$$

Таблица 3

Исходные данные и результаты оценки вибрации
трамвайного вагона на тележках с пневматическим
подвешиванием

Средне- геомет- ричес- кая частота f_{ci} , Гц	Допус- каемые уровни вибро- уско- рений ($m \cdot c^{-2}$) табл. 6	Скорость, V_k (км/ч)						\tilde{a}_i ($m \cdot c^{-2}$) (по п. 11)
		10	20	30	40	50	60	
		Измеренные уровни виброускорений, ($m \cdot c^{-2} \cdot 10^2$)						
		\tilde{a}_{10}	\tilde{a}_{20}	\tilde{a}_{30}	\tilde{a}_{40}	\tilde{a}_{50}	\tilde{a}_{60}	
1,00	0,56	1,90	5,34	9,52	30,00	30,00	23,80	0,110
1,25	0,50	3,78	3,78	10,60	30,00	33,80	42,40	0,118
1,60	0,45	15,00	7,46	15,00	15,00	37,80	60,00	0,150
2,00	0,40	15,00	7,46	10,60	13,40	2,12	23,80	0,120
2,50	0,36	1,34	0,68	1,50	5,34	15,00	13,40	0,032
3,15	0,32	3,78	15,00	7,56	7,56	9,52	11,90	0,033
4,00	0,28	4,76	16,90	10,60	6,74	10,60	11,90	0,100
5,00	0,28	7,56	4,76	7,56	9,52	9,52	10,60	0,070
6,30	0,28	3,78	3,78	6,74	9,52	9,52	10,60	0,050
8,00	0,28	3,38	5,34	5,34	10,60	23,80	21,20	0,060
10,00	0,36	4,76	5,34	9,52	9,52	13,50	15,00	0,060
12,50	0,45	3,78	5,34	7,56	10,60	7,56	10,60	0,050
16,00	0,58	4,76	5,34	6,74	8,48	13,40	10,60	0,060
20,00	0,73	4,76	5,34	5,34	7,56	13,40	13,40	0,050
25,00	0,90	3,38	2,68	3,38	6,00	8,48	7,56	0,050
31,50	1,13	6,74	6,74	8,48	8,48	9,52	10,60	0,070
40,00	1,46	3,78	3,78	3,78	5,34	5,34	4,76	0,060
50,00	1,80	5,34	6,00	6,00	7,56	8,48	8,48	0,050
63,00	2,30	7,56	6,74	7,46	8,48	9,52	10,60	0,070
80,00	2,90	2,68	2,68	4,24	4,76	4,76	5,34	0,030
P_k , табл. I		0,470	0,245	0,165	0,0785	0,028	0,003	

Таким образом, нормативное условие выполняется в каждой
третьоктавной полосе частот.

П Е Р Е Ч Е Н Ъ

ДОКУМЕНТОВ, НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В СТАНДАРТЕ

Обозначение документа	Номер пункта стандарта	Обозначение документа	Номер пункта стандарта
ГОСТ 12.4.012-75	3,1	ГОСТ 24347-80	Вводная часть
ГОСТ 13731-68	7,4	ОСТ 24.001.08-76	4,1
ГОСТ 15050-69	1,2	СТ СЭВ 1931-79	Вводная часть
ГОСТ 17168-71	7,4	СТ СЭВ 1932-79	" "
ГОСТ 22507-77	3,7	ИСО 2631-78	" "
ГОСТ 24346-80	Вводная часть	СИ 1209-74	

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

1. Общие положения	2
2. Измеряемые характеристики вибрации	3
3. Средства измерения вибрации	4
4. Требования, предъявляемые к испытуемому подвижному составу	5
5. Режим работы подвижного состава при ходовых испытаниях	5
6. Требования, предъявляемые к пути	6
7. Проведение измерений	7
8. Оценка вибрации	9
9. Оформление результатов измерений	9
Приложение 1. Схемы измерения виброускорений и виброскорости	11
Приложение 2. Методика оценки вибрации вагонов ..	12
Приложение 3. Пример интегральной оценки вибрации вагонов	25
Перечень документов, на которые имеются ссылки в стандарте	30

Лист регистрации изменений

Порядко- вый но- мер из- менения	Номер листов (страниц)				Дата и номер указан. об ут- вержи.	Под- пись	Дата	Срок вве- дения измене- ний
	изме- ненных	замене- нных	новых	аннули- рован- ных				