**Изменение № 1**
**СТ РК МЭК 61373-2007**

**Подвижной состав железных дорог. Оборудование подвижного состава. Испытания на удар и вибрацию**

**Утверждено и введено в действие** Приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 30 декабря 2008 г. № 673-од.

**Дата введения 2009.07.01.**

**Раздел 2** Дополнить следующим нормативным документом:

ГОСТ 17168-82 Фильтры электронные октавные и третьоктавные. Общие технические требования и методы испытаний.

**Раздел 5** Дополнить пунктами 5.2, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 5.7, 5.8:

**5.2 Проведение измерений**

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 $\tilde{V}_{nkj}$ или виброускорения $\tilde{a}_{nkj}$. Тогда приведенные средние квадратические значения виброскорости и виброускорения определяются формулами:

$$\tilde{V}_{nk} = \sqrt{\sum_{j}^{t} \frac{j}{t} \cdot \tilde{V}_{nkj}^2} \qquad (1)^*$$

$$\tilde{a}_{nk} = \sqrt{\sum_{j}^{t} \frac{j}{t} \cdot \tilde{a}_{nkj}^2} \qquad (2)^*$$

$\tilde{V}_{nk}$ - приведенное среднее квадратическое значение виброскорости, м·с$^{-1}$;

$\tilde{a}_{nk}$ - приведенное среднее квадратическое значение виброускорения, м·с$^{-2}$;

$t_j$ - продолжительность j -го отрезка измерения, с;

t -продолжительность суммарного времени измерения, σ.

* Изменить нумерацию формул по всему стандарту



gost.e-ecolog.ru

При испытаниях измеряются средние квадратические значения виброскорости или виброускорения в вертикальном и горизонтальном (продольной и поперечной) направлениях на сидениях 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, автомотрис магистральных железных дорог.

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

Для измерения вибрации на сидении необходимо поместить между сидением дивана или кресла и телом человека вкладку 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.

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

При измерении вибраций следует руководствоваться ГОСТ 17168.

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.

### 5.3 Измеряемые характеристики вибрации

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

5.3.2. 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.

### 5.4 Средства измерения вибрации

5.4.1 Средства измерения вибрации подвижного состава должны обеспечивать измерения виброускорений в диапазоне от 0,1 до 10 м/с$^2$ и

виброскоростей от $0,3\text{-}10^{-2}$ до 0,3 м/с в диапазоне частот от 0,9 до 90 Гц с основной погрешностью не более ± 20%.

5.4.2 Средства измерения должны обеспечивать определение приведенного среднего квадратического значения виброускорений или виброскорости в контролируемой точке.

5.4.3 Измерительная система (см. Приложение Д) может быть выполнена в 2-х вариантах из следующих элементов:

а) виброизмерительного преобразователя, измерительного усилителя, 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 третъоктавных фильтров может использоваться частотно-взвешивающий фильтр по скорости.

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

5.4.5 Все применяемые приборы должны быть поверены в установленные сроки, соответствующими метрологическими организациями и иметь свидетельства о Государственной поверке.

### 5.5 Оценка вибрации

5.5.1 Оценка вибрации для вертикального и горизонтального направлений действия проводится раздельно. Оценка вибрации производятся интегрально по всему спектру частот и раздельно по третьоктавным полосам частот.

5.5.2 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 (см. Приложение Е).

### 5.6 Режим работы подвижного состава при ходовых испытаниях

5.6.1. 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.

5.6.2. Регистрация измеряемых 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.

5.6.3. Допускается отклонение скорости движения подвижного состава при измерениях в диапазоне ± 10 % от среднего значения при рассматриваемом режиме работы.

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

### 5.7 Требования, предъявляемые к пути

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

5.7.2. Испытания должны проводиться на прямых участках бесстыкового пути с железобетонными шпалами и щебеночным балластным слоем.

Допускается проводить испытания на звеньевом пути.

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

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

5.7.4. Конструкция магистрального железнодорожного пути с колеей 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;

эпюра шпал - не менее-1840 шт. на километр.

### 5.8 Оформление результатов измерений

Результаты измерений 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, определяющие методику испытаний;

- вид и задачи испытаний;

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

- наименования, типы, характеристики использовавшихся 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;

- заключение о результатах испытаний (оценка, выводы, предположения и т.д.);

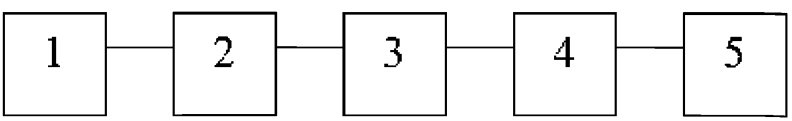
- дату и место проведения испытаний (участок пути, его протяженность).

Дополнить **Приложением Д** в редакции:

**Приложение Д**

(рекомендуемое)

**Схемы измерения и регистрации виброускорения и виброскорости**




1 – виброизмерительный преобразователь;

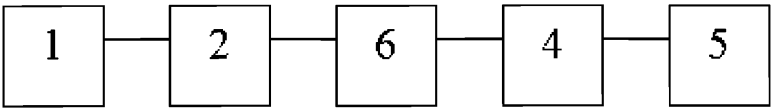
2 – измерительный усилитель;

3 – частотно-взвешивающий фильтр с частотной характеристикой $q_н(f)$ или набор третьоктавных фильтров, аппроксимирующих частотную $q_м(f)$, определяемую в соответствии с обязательным приложением;

4 – измеритель средних квадратических значений;

5 – регистрирующее устройство.

Рисунок Д.1 - Блок-схема измерения и регистрация средних квадратических значений виброускорения




1 – виброизмерительный преобразователь;
2 – измерительный усилитель;
4 – измеритель средних квадратических значений;
5 – регистрирующее устройство;
6 – частотно-взвешивающий фильтр с частотной характеристикой третьоктавных фильтров, аппроксимирующих частотную характеристику определяемую в соответствии с приложением Е.

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

Дополнить **Приложением Е** в редакции:

**Приложение Е**
(обязательное)

**Методика оценки вибрации вагонов**

Е.1 Интегральная оценка производится по следующим расчетным условиям:

для вибрации, действующей в вертикальном направлении

$$\sum_K P_K f_в(\tilde{a}_{nk}) \le 1 \qquad \text{(Е.1)}$$

$$\sum_K P_K f_в(\tilde{V}_{nk}) \le 1 \qquad \text{(Е.2)}$$

для вибрации, действующей в горизонтальном направлении

$$\sum_K P_K f_Г(\tilde{a}_{nk}) \le 1 \qquad \text{(Е.3)}$$

$$\sum_K P_K f_\Gamma(\tilde{V}_{nk}) \le 1 \qquad \text{(Е.4)}$$

где – Рк - доля времени (вероятность) движения вагона в эксплуатации со скоростями Vk до Vk+1 в "к"-ом интервале.

В этих выражениях f (ã nk) и f ($\tilde{V}_{nk}$) - функции, характеризующие уровень воздействия действующих виброускороний и виброскоростей соответственно.

$$f_в(\tilde{a}_{nk}) = 1{,}22 \cdot \tilde{a}_{nk}^{0{,}827} + 3{,}95 \cdot \tilde{a}_{nk}^{1{,}83} + 0{,}840 \cdot \tilde{a}_{nk}^{6{,}33} \qquad \text{(Е.5)}$$

$$f_в(\tilde{V}_{nk}) = 55600 \cdot \tilde{V}_{nk}^{0{,}827} + 114{,}15 \cdot \tilde{V}_{nk}^{1{,}83} + 94400 \cdot \tilde{V}_{nk}^{6{,}33} \qquad \text{(Е.6)}$$

$$f_\Gamma(\tilde{a}_{nk}) = 1{,}22(\sqrt{2}\,\tilde{a}_{nk})^{0{,}827} + 3{,}95(\sqrt{2}\,\tilde{a}_{nk})^{1{,}83} + 0{,}840(\sqrt{2}\,\tilde{a}_{nk})^{6{,}33}$$
(Е.7)

$$f_\Gamma(\tilde{V}_{nk}) = 55600(\sqrt{2}\,\tilde{V}_{nk})^{0{,}827} + 114{,}15(\sqrt{2}\,\tilde{V}_{nk})^{1{,}83} + 94400(\sqrt{2}\,\tilde{V}_{nk})^{6{,}33}$$
(Е.8)

Е.2 Вероятность РК. для разных вагонов определяется эксплуатационным распределением скоростей с учетом стоянок и при отсутствии экспериментальных данных принимается согласно таблице Е.1.

Е.3. Значения функций воздействия вибраций $f_в(\tilde{a}_{nk})$, $f_в(\tilde{V}_{nk})$, $f_\Gamma(\tilde{a}_{nk})$, $f_\Gamma(\tilde{V}_{nk})$ могут быть определены по формулам Е.5 – Е.8 или по таблицам Е.2, Е.3.

Е.4. Величина приведенного среднего квадратического значения виброускорения при интегральной оценке измеряется как среднее квадратическое значение виброускорения ank на выходе частотно-взвешивающего фильтра с амплитудно-частотной характеристикой qH(f), на входе которого действует сигнал, соответствующий виброускорению в контролируемой точке или определяется по формуле:

$$\tilde{a}_{nk} = \sqrt{\sum_i [q_H(f_{ci}) - \tilde{a}_i]^2} \qquad \text{(Е.9)}$$

где $q_н(f_{ci})$ - значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $q_н(f)$ при среднегеометрических частотах третьоктавных полос fci.

ãi - среднее квадратическое значение виброускорения в i –ой третьоктавной полосе частот м·с$^{-2}$.

Значение модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $q_H(f)$ частотно-взвешивающего фильтра определяется по таблице F.4, рисунку 1 или формулами:

для вертикального направления

$$q_{нв}(f) = \frac{0,74 \cdot f}{\sqrt{1+1,42 \cdot f^2}} \cdot \frac{\sqrt{1+0,1225 f^2}}{\sqrt{(1-\frac{f^2}{36}+0,0576 f^2)}} \qquad (E.10)$$

и для горизонтального направления:

$$q_{НГ}(f) = \frac{2,67 \cdot f}{\sqrt{(1+4 \cdot f^2) \cdot (1+0,445 f^2)}} \qquad (E.11)$$

где f - частота, Гц;

индексы "в" и "г" при qH (f) обозначают направление действия виброускорения.

Е.5 Приведенное среднее квадратическое значение виброускорения может определятся при помощи ЭЦВМ по формуле:

$$\tilde{a}_{nk} = \sqrt{2 \cdot \sum_i q_H^2(f_{ci}) \int_{f_{ni}}^{f_{bi}} \Phi_a(f) df} \qquad (E.12)$$

где Фа (f) – функция спектральной плотности виброускорения, м$^2$·с$^{-4}$·Гц$^{-1}$;

fbi — значение верхней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц;

fni — значение нижней граничной частоты i -ой третьоктавной полосы, Гц.

Е.6 Величина приведенного среднего квадратического значения виброскорости при интегральной оценке измеряется как среднее $\tilde{U}nk$ квадратическое значение виброскорости $\tilde{U}nk$ на выходе частотно взвешивающего фильтра с амплитудно-частотной характеристикой hн(f), на входе которого действует сигнал, соответствующий виброскорости в контролируемой точке или определяется по формуле:

$$\tilde{V}_{nk} = \sqrt{\sum [h_n(f_{ci}) \cdot \tilde{V}_i]^2} \qquad (E.13)$$

где $h_н(f_{ci})$ - значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики $h_н(f)$ при среднегеометрических частотах третьоктавных полос $f_{ci}$ ;

$\tilde{V}_i$ - среднее квадратическое значение виброскорости в i-ой третьоктавной полосе частот, м·с$^{-1}$.

Значение модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики hн(f) частотно-взвешивающего фильтра определяются по таблице Е.5, рисунку Е.2 или формулами:

для вертикального направления

$$h_{нв}(f) = \frac{0{,}0944 \cdot f^2}{\sqrt{1+1{,}42f^2}} \frac{\sqrt{1+0{,}1225f^2}}{\sqrt{(1-\frac{f^2}{36})^2 + 0{,}0576f^2}} \qquad \text{Е.14)}$$

и для горизонтального направления

$$h_{НГ}(f) = \frac{1{,}335f^2}{\sqrt{(1+4f^2)\cdot(1+0{,}445f^2)}} \qquad \text{(Е.15)}$$

где f — частота, Гц.

Индексы "в" и "г" при hн(f) обозначают направление действия виброскорости.

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

$$\tilde{V}_{nk} = \sqrt{2\sum_i h_н^2(f_{ci}) \int_{нi}^{f_{вi}} \Phi_Г(f)df} \qquad \text{(Е.16)}$$

где $\Phi_V(f)$- функция спектральной плотности виброскорости, м$^2$·с$^{-2}$·Гц$^{-1}$;

$f_{вi}$ — значение верхней, граничной частоты i —ой третьоктавной полосы, Гц;

$f_{нi}$ — значение нижней граничной частоты i —ой третьоктавной полосы, Гц.

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

Е.9 При оценке воздействия вибраций в третьоктавных полосах частот средние квадратические значения виброускорений $a_i$ или виброскоростей Ui в i-ой полосе частот определяются с учетом вероятности движения вагона в "к"-м интервале скоростей по формулам:

$$\tilde{a}_i = \sqrt{\sum_k P_k \tilde{a}_{ki}^2} \qquad \text{(Е.17)}$$

$$\tilde{V}_i = \sqrt{\sum_k P_k \tilde{V}_{ki}^{\,2}} \qquad \text{(Е.18)}$$

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

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

Рк - вероятность движения вагона в эксплуатации со скоростями от $\tilde{V}_k$ до $\tilde{V}_{k+1}$ в "к"-ом интервале;

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

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

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

$$\tilde{a}_i \le \tilde{a}_{qi} \qquad \text{(Е.19)}$$

или

$$\tilde{V}_i \le \tilde{V}_{qi} \qquad \text{(Е.20)}$$

где $\tilde{a}_{qi}$ и $\tilde{V}_{qi}$ - допускаемое среднее квадратическое значение виброускорения и виброскорости в i-ой полосе частот, определяемое по таблице F.6

Таблица Е.1 - Распределение вероятностей скорости движения по времени

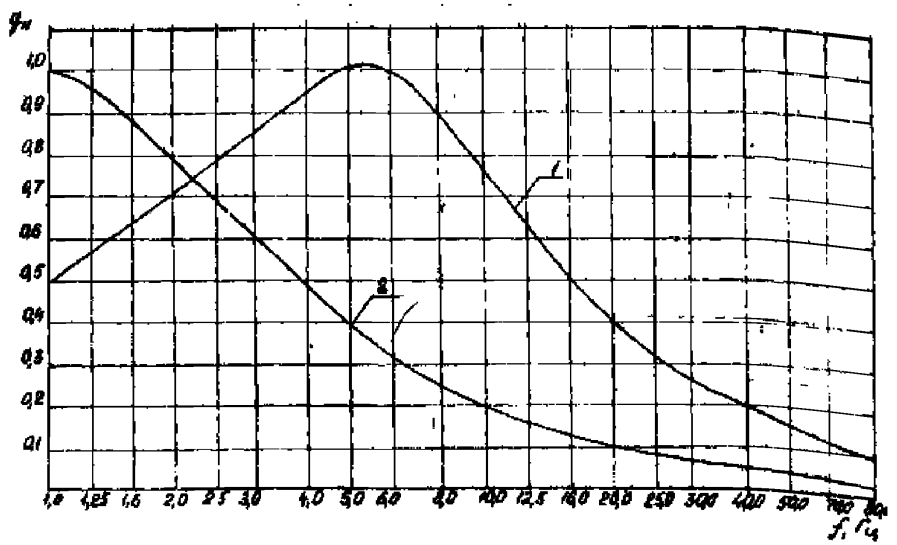
| Наименование подвижного состава | Конструкционная скорость км/ч | Стоянка в рейсе | Скорость Vk--Vk +1 км/ч | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | до 20 | 20-40 | 40-60 | 60-80 | 80-100 | 100-120 | 120-140 | 140-160 | 160-180 | 180-200 |
| Пассажирские вагоны 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 | - | - | - |

Таблица Е.2 - Значения функции воздействия в зависимости от уровня действующих виброускорений

| $\tilde{a}_{nk} \cdot (м \cdot с^{-2})$ | $f(\tilde{a}_{nk})$ | |
|---|---|---|
| | 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 Е.3 - Значения функции воздействия в зависимости от уровня действующих виброскоростей

| $\tilde{V}_{nk} \cdot 10^{-2} (м \cdot с^{-2})$ | $f(\tilde{V}_{nk})$ | |
|---|---|---|
| | вертикальное направление | горизонтальное направление |
| 0,20 | 0,0340 | 0,0459 |
| 0,40 | 0,0625 | 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 | 0,572 |
| 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 | 1,98 |
| 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 | 6,98 |
| 13 | 4,00 | 8,60 |
| 14 | 4,59 | 10,7 |
| 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 |



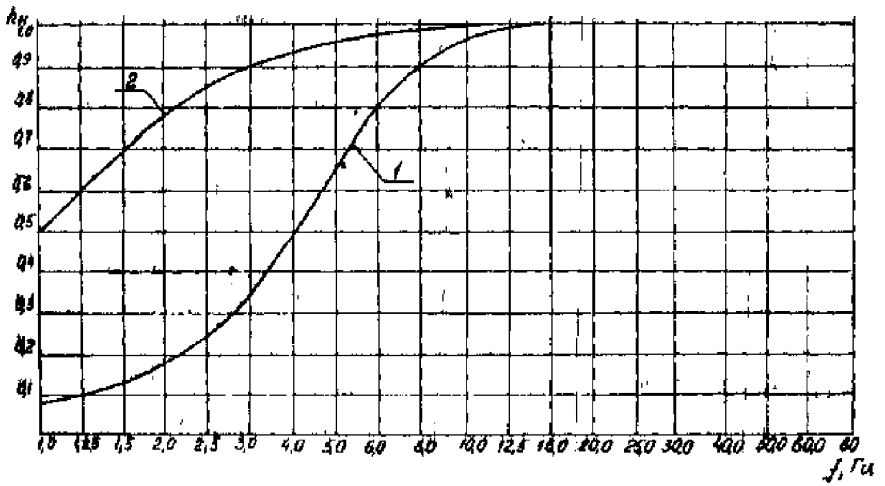
1 - для вибрации, действующей в вертикальном направлении;
2 - для вибрации, действующей в горизонтальном направлении.

Рисунок Е.1 - Амплитудно-частотная характеристика частотно-взвешивающего по ускорению фильтров.

Таблица Е.4 - Значение модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики qн(f) по виброускорению фильтра

| Частота (среднегеометрическая третьоктавная полосы) f, Гц | $q_H(f)$ | |
|---|---|---|
| | 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 |




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

Рисунок Е.2 - Амплитудно-частотная характеристика частотно-взвешивающего по скорости фильтра.

Таблица Е.5 - Значения модуля нормированной амплитудно-частотной характеристики hн(f) по виброскорости фильтра

| Частота (среднегеометрическая третьоктавной полосы) f, Гц | $h_н(f)$ | |
|---|---|---|
| | 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 Е.6 - Допускаемые уровни виброускорений и виброскоростей для вертикального и горизонтального направлений

| Частота (среднегеометрическая третьоктавной полосы) f, Гц | Виброускорения, м $с^{-2}$ | | Виброскорость, м $с^{-1}$ $10^{-2}$ | |
|---|---|---|---|---|
| | Вертикальное направление | Горизонтальное направление | Вертикальное направление | Горизонтальное направление |
| 1,00 | 0,56 | 0,20 | 9,03 | 3,20 |
| 1,25 | 0,50 | 0,20 | 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 |

(ИУС № 3 2009 г.)



**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

# ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
## Оборудование подвижного состава
## Испытания на удар и вибрацию

**СТ РК МЭК 61373-2007**

*IEC 61373:1999 Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests, (IDT)*

**Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан (Госстандарт)**

**Астана**

## Предисловие

**1 ПОДГОТОВЛЕН** Товариществом с ограниченной ответственностью «Национальный центр аккредитации» на основе русской версии стандарта, указанного в п. 3

**ВНЕСЕН** Комитетом путей сообщения Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** приказом Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан от 27 сентября 2007 года № 546.

**3** Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 61373:1999 «Железнодорожный транспорт -Оборудование подвижного состава – Испытания на вибрацию и удар» (IEC 61373:1999 Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests) **IDT**

**4 СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ** **2012 год**
**ПЕРИОДИЧНОСТЬ ПРОВЕРКИ** **5 лет**

**ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан

## Содержание


| | | |
|---|---|---|
| | Введение | v |
| 1 | Область применения | 1 |
| 2 | Нормативные ссылки | 3 |
| 3 | Термины и определения | 3 |
| 4 | Общие положения | 3 |
| 5 | Порядок проведения испытаний | 4 |
| 6 | Дополнительная информация для испытаний | 5 |
| 6.1 | Способ установки и размещения испытываемого оборудования | 5 |
| 6.2 | Опорные и контрольные точки | 5 |
| 6.3 | Механическое состояние и функционирование в процессе испытания | 6 |
| 6.4 | Воспроизводимость для испытаний на случайную вибрацию | 7 |
| 6.5 | Измерения с учетом допуска | 13 |
| 6.6 | Восстановление | 13 |
| 7 | Начальные измерения и предварительные условия | 13 |
| 8 | Условия испытаний на случайную вибрацию | 13 |
| 8.1 | Степень жесткости испытаний и частотный диапазон | 13 |
| 8.2 | Длительность функциональных испытаний на вибрацию | 14 |
| 8.3 | Функционирование в процессе испытания | 14 |
| 9 | Испытания на долговечность при повышенных уровнях случайной вибрации | 15 |
| 9.1 | Интенсивность испытаний и частотный диапазон | 15 |
| 9.2 | Длительность испытаний на ускоренную вибрацию | 15 |
| 10 | Условия испытаний на удар | 16 |
| 10.1 | Форма импульса и допуск | 16 |
| 10.2 | Изменения скорости | 17 |
| 10.3 | Монтаж | 17 |
| 10.4 | Частота следования | 17 |
| 10.5 | Интенсивность испытаний, форма импульса и направление | 18 |
| 10.6 | Количество ударов | 18 |
| 10.7 | Функционирование в процессе испытаний | 18 |
| 11 | Транспортировка и перемещение | 18 |
| 12 | Конечные измерения | 19 |
| 13 | Критерии приемки | 19 |
| 14 | Протокол испытаний | 19 |
| 15 | Итоговый отчет об испытаниях | 20 |
| 16 | Реализация | 20 |

Приложение А (справочное) Описание измерений при обслуживании, точек измерения, методов записи эксплуатационных характеристик, перечня эксплуатационных характеристик и метода, применяемого для получения уровней выборочных испытаний из полученных

эксплуатационных данных 21
Приложение Б (справочное) Руководство по выведению расчетных уровней на основе данных испытаний на воздействие случайной вибрации 27
Приложение В (справочное) Схема общего расположения оборудования в железнодорожных вагонах и категории его испытания 35
Приложение Г (справочное) Пример протокола испытания 37

## Введение

Настоящий стандарт содержит требования к испытаниям на воздействие случайной вибрации и удара компонентов механического, пневматического, электрического и электронного оборудования/компонентов (далее по тексту – оборудование), устанавливаемых на средства железнодорожного транспорта. Случайная вибрация – единственный метод, применяемый для разрешения оборудования/компонента.

Испытания, включенные в настоящий стандарт, предназначены специально для демонстрации способности испытываемого оборудования выдерживать стандартные условия природной вибрации, предполагаемые для железнодорожного транспорта. Для достижения оптимальных результатов значения, используемые в настоящем стандарте, выведены из фактических эксплуатационных измерений, предоставленных различными организациями во всем мире.

Настоящий стандарт не применяется для автоколебаний, которые являются специфическими для отдельных видов транспорта.

Для применения и интерпретации настоящего стандарта требуются инженерная оценка и квалификация.

Настоящий стандарт применим для целей проектирования и утверждения; однако, он не исключает использование иных средств разработки (таких как синусовая амплитуда), которые могут применяться для обеспечения заранее определенной степени механической и операционной достоверности. Для оказания содействия в соответствии проектирования продукта настоящему стандарту в приложении В содержится руководство, позволяющее проводить сравнение с альтернативными методами проектирования.

Уровни испытаний, применяемые к тестируемым компонентам оборудования, определяются исключительно их расположением в составе (например, установленные на оси, тележке или корпусе).

Необходимо отметить, что эти испытания могут проводиться на опытных образцах для получения проектной информации о работе оборудования в условиях случайной вибрации. Однако, для оценки целей испытаний тесты следует проводить на оборудовании, взятом с обычного производства.

# ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

# ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ
## Оборудование подвижного состава
## Испытания на удар и вибрацию
## Railway applications Rolling stock equipment
## Shock and vibration tests

**Дата введения 2008.07.01**

## 1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к испытаниям компонентов оборудования подвижного состава, подвергающегося вибрации и ударам в силу условий эксплуатации железной дороги. Для гарантии приемлемости качества компонента оборудования он должен выдержать испытания продолжительностью, достаточной для моделирования эксплуатационных условий, предполагаемых для всего периода его использования.

Испытание на долговечность может проводиться различными способами, каждый из которых имеет соответствующие преимущества и недостатки, наиболее распространенные из них приводятся ниже:

а) усиление, при котором амплитуды увеличиваются, а временная развертка уменьшается;

б) временное сжатие, при котором амплитудная динамика сохраняется, а временная развертка уменьшается;

в) прореживание, при котором временные интервалы статистических данных устраняются, если амплитуда ниже установленного порогового значения.

Метод усиления, указанный в пункте а) выше, применяется в настоящем стандарте и совместно с изданиями, указанными в разделе 2; он определяет процедуру тестирования подразумеваемых значений при испытаниях на вибрацию компонентов оборудования, предназначенного для средств железнодорожного транспорта. Но могут применяться другие существующие стандарты по согласованию между производителем и заказчиком. В таких случаях оценка испытания по настоящему стандарту не применяется. При наличии эксплуатационной информации сравнение со стандартом может проводиться по методу, указанному в Приложении А.

Несмотря на то, что настоящий стандарт в первую очередь касается железнодорожного транспорта на рельсовых системах, его более широкое применение не исключается. Для систем, работающих на пневматических шинах, или других транспортных системах, таких как троллейбусы, в которых уровень ударов и вибраций, безусловно, отличается от тех, что возникают на рельсовых системах, поставщик и заказчик могут договариваться на стадии

**Издание официальное**

тендера об уровнях тестирования.

Рекомендуется, чтобы частотные спектры и продолжительность/амплитуда ударов определялись согласно инструкциям, приведенным в приложении А. Оборудование, испытываемое на уровнях, не предусмотренных настоящим стандартом, не может сертифицироваться по настоящему стандарту.

Примером таких случаев является троллейбус, где оборудование, установленное в корпусе троллейбуса, может испытываться в соответствии с оборудованием категории 1, указанной в настоящем стандарте.

Настоящий стандарт применяется к одноосным испытаниям. Многоосные испытания не входят в сферу применения настоящего стандарта.

Испытательные значения, приведенные в настоящем стандарте, подразделяются на три категории в зависимости от расположения оборудования в транспортном средстве.

**Категория 1** Оборудование, установленное на корпусе

Класс А: Секции, сборочные узлы, оборудование и компоненты, установленные непосредственно на или под корпусом вагона.

Класс Б: Любые части, установленные внутри коробки оборудования, установленной в свою очередь непосредственно на или под корпусом вагона.

Примечание - Класс Б применяется в случаях, когда не ясно, где должно быть расположено оборудование.

**Категория 2** Оборудование, установленное на тележке

Секции, сборочные узлы, оборудование и компоненты, устанавливаемые на тележке железнодорожного вагона.

**Категория 3** Оборудование, установленное на оси

Сборочные узлы, оборудование и компоненты, устанавливаемые на колесной паре железнодорожного вагона.

Примечание – В случае, если оборудование установлено в вагонах с одним уровнем подвески, таких как грузовой вагон или платформа, если иное не согласовано на этапе тендера, оборудование, установленное на оси, испытывается как категория 3, а все другое оборудование испытывается как категория 2.

Стоимость испытания зависит от веса, формы и сложности испытываемого оборудования. Поэтому на этапе тендера поставщик может предлагать более экономически эффективный метод демонстрации соответствия требованиям настоящего стандарта. При договоренности об альтернативных методах поставщик несет ответственность за демонстрацию своему заказчику или его представителю достижения цели настоящего стандарта. При договоренности о применении альтернативного метода оценки испытываемое оборудование не может сертифицироваться по настоящему стандарту.

Настоящий стандарт предусмотрен для оценки оборудования, прилагаемого к основной конструкции вагона (и/или компонентов, установленных на ней). Стандарт не предназначен для испытания оборудования, составляющего часть основной конструкции. Существует ряд случаев, когда заказчик может потребовать дополнительные или специальные испытания на вибрацию, например:

а) оборудование установлено на частях, способных создавать возбуждение фиксированной частоты;

б) оборудование, такое как тяговые электродвигатели, пантографы, токосъемное устройство, компоненты подвески и механические части, предназначенные для передачи силы и/или вращающего момента, которые могут подвергаться испытаниям в соответствии с их специальными требованиями по их использованию на средствах железнодорожного транспорта. Во всех таких случаях проводимые испытания должны подтверждаться отдельным соглашением на этапе тендера;

в) оборудование, предназначенное для использования в специальной операционной среде, указанной заказчиком.

## 2 Нормативные ссылки

*В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:*

*ГОСТ 30630.1.2-99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытания на воздействие вибрации.*

*ГОСТ 30630.1.3-2001 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Испытание на воздействие удара.*

## 3 Термины и определения

Термины, использованные в настоящем стандарте соответствуют *ГОСТ 30630.1.2*.

## 4 Общие положения

4.1 Требования настоящего стандарта предназначены для выявления недостатков/ошибок, которые могут привести к проблемам в результате работы в среде, где вибрация и удар возникают при эксплуатации железнодорожного вагона. Стандарт не предусмотрен для представления испытания всего срока эксплуатации. Однако, условия испытаний достаточны для обеспечения обоснованной степени уверенности в том, что оборудование выдержит указанный срок эксплуатации при определенных условиях.

4.2 Соответствие настоящему стандарту подтверждается при отсутствии механических повреждений или ухудшения эксплуатационных характеристик в результате проведенных испытаний.

4.3 Уровни испытаний, установленные настоящим стандартом, выведены на основе данных испытаний на воздействие внешних факторов, ссылка на которые содержится в Приложении А. Данная информация предоставлена организациями, ответственными за сбор данных об уровнях внешней вибрации в режиме эксплуатации.

4.4 Соответствие настоящему стандарту обязательно для следующих испытаний:

а) уровни выборочных функциональных испытаний;

Минимальные уровни испытаний, применимые для подтверждения способности испытываемого оборудования к функционированию в условиях, возникающих в процессе эксплуатации железнодорожного транспорта.

Степень функционирования согласовывается между производителем и конечным пользователем до начала испытаний (см. 6.3.2). Требования к функциональным испытаниям указаны в разделе 8.

Функциональные испытания не представляют собой оценку всего срока эксплуатации в моделируемых эксплуатационных условиях.

б) уровни испытаний на долговечность;

Цель данного испытания - установление механической целостности оборудования при повышенных уровнях эксплуатации. Демонстрация способности к функционированию в данных условиях не обязательна. Требования к испытаниям на долговечность указаны в разделах 9 и 10.

в) испытания на удар;

Цель испытания на удар – в искусственном создании редких случаев эксплуатации. Демонстрация функциональности в процессе данного испытания не обязательна. Однако необходимо продемонстрировать отсутствие изменений в рабочем состоянии и механических движений или повреждений. Эти аспекты указываются в протоколе испытаний.

## 5 Порядок проведения испытаний

5.1 Возможен следующий порядок проведения испытаний: вертикальное, поперечное и продольное испытания моделируемой долговечности посредством увеличенной случайной вибрации; далее – вертикальное, поперечное и продольное испытание на удар; далее – транспортировка и перемещение (если это определено/согласовано) и в заключении – вертикальное, поперечное и продольное выборочное функциональное испытание.

П р и м е ч а н и е – Испытания транспортировки и перемещения не являются требованием настоящего стандарта и, следовательно, в него не включены.

Для снижения повторной вибрации до минимума порядок испытаний может быть изменен. Порядок испытаний должен быть указан в отчете. Испытание эксплуатационных характеристик, в процессе которого функции переноса времени сравниваются для определения изменений, возникших в результате испытания на долговечность, согласно 6.3.3 проводится до и после испытания на долговечность.

Ориентация и направление возбуждения указываются в техническом задании на проведение испытаний и включаются в протокол.

## 6 Дополнительная информация для испытаний

Примечание 1 – Дополнительная общая информация содержится в *ГОСТ 30630.1.2*.

Примечание 2 – Информация об общем расположении компонентов содержится в *ГОСТ 30630.1.3*.

### 6.1 Способ установки и размещения испытываемого оборудования

Испытываемое оборудование механически соединяется с испытательной установкой обычным способом соединения, включая упругие опоры, напрямую, либо с помощью креплений.

Поскольку способ установки может оказывать значительное влияние на получаемые результаты, фактический способ установки должен быть четко указан в отчете об испытаниях.

В случае, если не оговариваются иные условия, рекомендуется проведение испытаний оборудования в его нормальном рабочем положении без специальных мер предосторожности, связанных с воздействием магнитного поля, тепла или иных факторов на работу испытываемого оборудования.

Там, где это возможно, опора не должна иметь резонанса в диапазоне частоты измерений. Если резонансы неизбежны, влияние резонанса на работу испытываемого оборудования изучается и отражается в протоколе.

### 6.2 Опорные и контрольные точки

Требования к испытаниям подтверждены измерениями, выполненными в опорных точках и, в отдельных случаях, в контрольных точках, относительно точек крепления оборудования.

При большом количестве мелких элементов оборудования, установленного на одной опоре, опорные и/или контрольные точки могут соотноситься с опорой, а не с точками крепления испытываемого оборудования, при условии, что самая низкая частота настройки загруженной опоры превышает допустимый верхний уровень частоты измерений.

6.2.1 Точка крепления

Точка крепления – часть испытываемого оборудования, контактирующая с опорой или испытываемой на вибрацию поверхностью в точке, где оборудование обычно скрепляется при эксплуатации. Если в качестве опоры используется часть монтажной структуры, точками крепления считаются точки монтажной структуры, а не испытываемого оборудования.

6.2.2 Контрольная точка

Контрольная точка – это обычно точка крепления. Она должна быть расположена как можно ближе к точке крепления и в любом случае должна быть неподвижно соединена с точкой крепления. При наличии четырех или менее точек крепления, каждая из них определяется как контрольная точка. Вибрация в данных точках не должна быть ниже установленных минимальных значений. Все контрольные точки должны быть указаны в отчете об испытани-

ях. При испытании мелких элементов оборудования, когда размер, вес и сложность механической структуры не позволяют проводить многоточечный контроль, в отчет указывается, сколько контрольных точек использовалось и их расположение.

6.2.3 Опорная точка

Опорная точка – единственная точка, из которой получается опорный сигнал для подтверждения испытательных требований, и используется для отображения движения испытываемого оборудования. Это может быть контрольная точка или фиктивная точка, полученная посредством ручной или автоматической обработки сигналов с контрольных точек.

Для случайной вибрации, если используется фиктивная точка, спектр опорного сигнала определяется как среднее арифметическое на каждой частоте значений спектральной плотности ускорения (СПУ) сигналов со всех контрольных точек. В этом случае общее среднеквадратическое значение (СКЗ) опорного сигнала равно среднеквадратическому значению величин СКЗ сигналов с контрольных точек.

Общая величина СКЗ опорной точки вычисляется по формуле (1)

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n_c}(r.m.s._i)^2}{n_c}} \qquad (1)$$

где $n_c$ – количество контрольных точек

$r.m.s._i$ – *среднеквадратическое значение.*

В отчете указывается используемая точка, и каким образом она была выбрана. Для крупногабаритного и/или сложного оборудования рекомендуется использование фиктивных точек.

Примечание – Автоматическая обработка сигналов с контрольных точек с использованием метода сканирования для создания фиктивной точки разрешается для подтверждения общего ускорения СКЗ. Однако, она не разрешается для подтверждения уровня СПУ без корректировки с учетом таких источников погрешностей как полоса пропускания анализатора, время выборки и т.д.

6.2.4 Точка отклика (точки измерения)

Точка отклика – специфическая точка на испытываемом оборудовании, в которой собираются данные для изучения частотных характеристик вибрации оборудования. Это выполняется до начала испытаний, указанных в настоящем стандарте (см. раздел 7).

## 6.3 Механическое состояние и функционирование в процессе испытания

6.3.1 Механическое состояние

Если испытываемое оборудование имеет более одного механического состояния, в котором оно может оставаться в течение длительного периода, будучи установленным в железнодорожном вагоне, для проведения испыта-

ния выбираются два механических состояния. Выбирается как минимум одно из наименее оптимальных состояний (например, для контактора, механическое состояние, дающее наименьшее давление зажима).

При существовании более одного состояния испытываемое оборудование должно провести равное время в обоих выбранных состояниях в процессе испытаний на вибрацию и удар, уровни которых определены в разделах 8 и 10 соответственно.

6.3.2 Функциональные испытания

При необходимости функциональные испытания определяются производителем и согласовываются между производителем и заказчиком до начала испытаний. Они проводятся в процессе испытаний на вибрацию на уровнях, определенных в разделе 8 настоящего стандарта.

Функциональные испытания предназначены для проверки эксплуатационной пригодности, их нельзя путать с испытаниями в рабочем режиме. Они предназначены исключительно для отражения степени достоверности того, что испытываемое оборудование будет работать в процессе эксплуатации.

Примечание 1 – Функциональные испытания не проводятся во время испытаний на удар, если это не оговорено заранее между производителем и конечным пользователем.

Примечание 2 – В случае внесения изменений в функциональные испытания, изменения детально отражаются в отчете.

6.3.3 Испытания в рабочем режиме

Испытания в рабочем режиме проводятся до начала и по окончании всех указанных испытаний. Техническое задание к испытаниям определяется производителем и должно включать допустимые отклонения.

### 6.4 Воспроизводимость для испытаний на случайную вибрацию

Сигналы случайной вибрации не повторяются во временном интервале; два равных по длине временных образца с генератора случайных сигналов не могут быть идентичными при наложении. Тем не менее, можно заявлять об аналогичности двух случайных сигналов и устанавливать поля допуска по их характеристикам. Необходимо определить случайный сигнал так, чтобы можно было гарантировать, что при последующем повторении испытания другой испытательной лабораторией или другой части оборудования возбуждение остается с той же интенсивностью. Необходимо отметить, что все следующие границы допуска включают аппаратурные погрешности, но исключают другие ошибки, в частности, случайные (статистические) и систематические погрешности. Замеры берутся в контрольных/опорных точках.

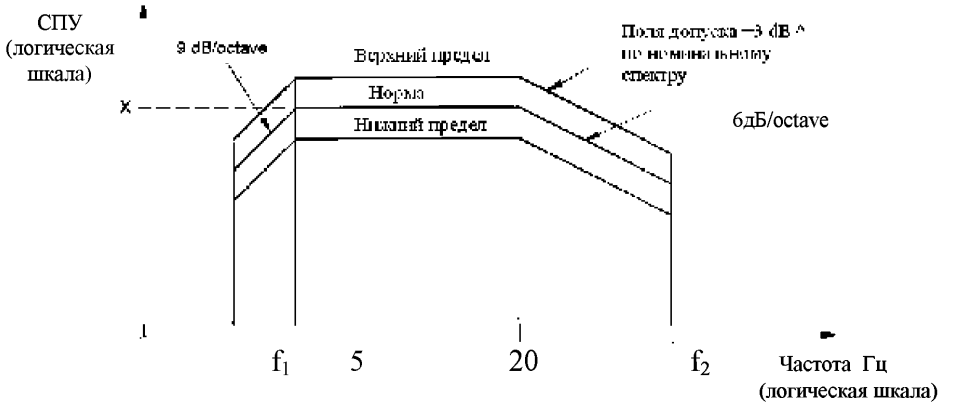
6.4.1 Спектральная плотность ускорения (СПУ)

СПУ должна быть в пределах ± 3 дБ (диапазон от 1/2 х СПУ до 2 х СПУ) от установленных уровней СПУ, как показано на рисунках 1-4. Начальный и конечный уклон не должны быть ниже указанного на рисунках 1-4.

6.4.2 Среднеквадратическое значение (СКЗ)

СКЗ ускорения в опорной точке в определенном частотном диапазоне должно составлять ± 10 % согласно рисункам 1-4.

Примечание – Для низкочастотного спектра сложно получить ±3 дБ. В таких случаях важно только, чтобы испытательные значения были указаны в отчете.




| | | | |
|---|---|---|---|
| когда масса | <500 кг | $f_1 = 5$ Гц | $f_2 = 150$ Гц |
| когда масса | >500 кг < 1 250 кг | $f_1 = \frac{1\,250}{\text{масса}} \times 2$ Гц | $f_2 = \frac{1\,250}{\text{масса}} \times 60$ Гц |
| когда масса | >1 250 кг: | $f_1 = 2$ Гц | $f_2 = 60$ Гц |

Таблица 1

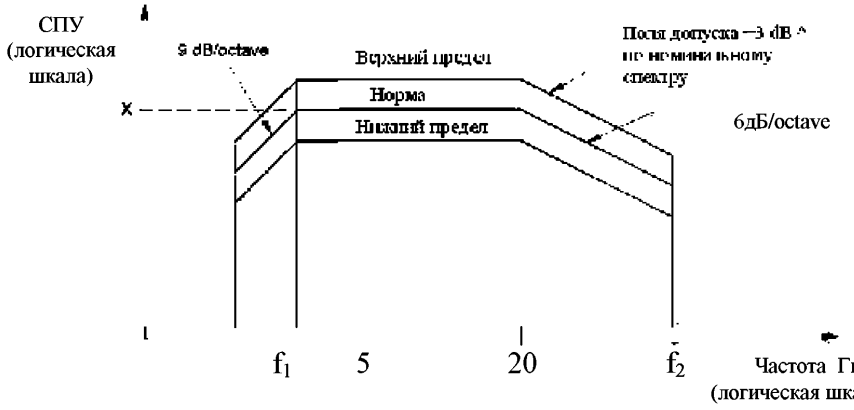
| | Вертикаль- | Поперечное | Продольное |
|---|---|---|---|
| Функциональное испытание уровень СПУ $(м/с^2)^2$/Гц | 0,0164 | 0,0041 | 0,0073 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 0,75 | 0,37 | 0,50 |
| Испытание на долговечность уровень СПУ $(м/с^2)^2$/Гц | 1,034 | 0,250 | 0,452 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 5,9 | 2,9 | 3,9 |

Примечание 1 - Для оборудования с тестовой частотой менее 5 Гц СКЗ будут выше указанных в таблице 1.

Примечание 2 - Для оборудования с тестовой частотой менее 150 Гц СКЗ будут ниже указанных в таблице 1.

Примечание 3 - Если существуют частоты свыше $f_2$, они могут быть включены, амплитуда устанавливается продлением убывающей 6 дБ/октава до ее пересечения с максимально требуемой частотой. В таких случаях СКЗ повышается.

**Рисунок 1 - Категория 1 - Класс А – Оборудование, установленное на корпусе – СПУ-спектр**




| | | | |
|---|---|---|---|
| когда масса | <500 кг | $f_1 = 5$ Гц | $f_2 = 150$ Гц |
| когда масса | >500 кг < 1 250 кг | $f_1 = \frac{1\,250}{\text{масса}} \times 2$ Гц | $f_2 = \frac{1\,250}{\text{масса}} \times 60$ Гц |
| когда масса | >1 250 кг | $f_1 = 2$ Гц | $f_2 = 60$ Гц |

Т а б л и ц а 2

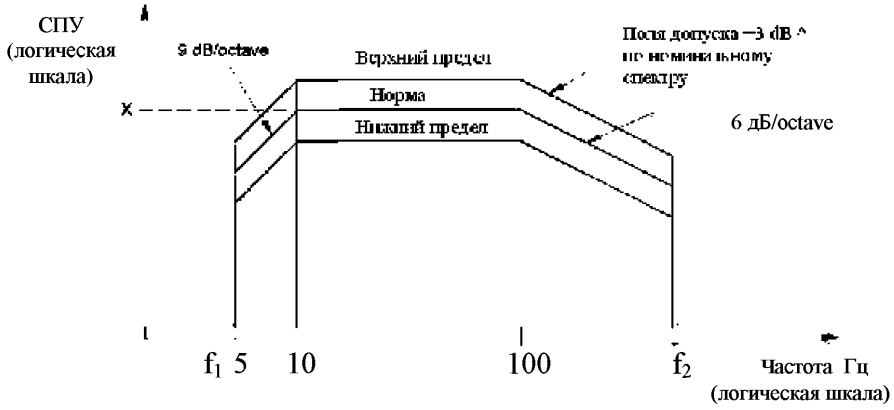
| | **Вертикальное** | **Поперечное** | **Продольное** |
|---|---|---|---|
| Функциональное испытание уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 0,0298 | 0,0060 | 0,0144 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 1,00 | 0,45 | 0,70 |
| Испытание на долговечность уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 1,857 | 0,366 | 0,901 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 7,9 | 3,5 | 5,5 |

П р и м е ч а н и е 1 - Для оборудования с тестовой частотой менее 5 Гц СКЗ будут выше указанных в таблице 2.

П р и м е ч а н и е 2 - Для оборудования с тестовой частотой менее 150 Гц СКЗ будут ниже указанных в таблице 2.

П р и м е ч а н и е 3 - Если существуют частоты свыше $f_2$, они могут быть включены, амплитуда устанавливается продлением убывающей 6 дБ/октава до ее пересечения с максимально требуемой частотой. В таких случаях СКЗ повышается.

**Рисунок 2 - Категория 1 - Класс Б – Оборудование, установленное на корпусе – СПУ-спектр**




| | | | |
|---|---|---|---|
| когда масса | <100 кг | $f_1 = 5$ Гц | $f_2 = 250$ Гц |
| когда масса | >100 кг < 250 кг | $f_1 = \frac{250}{\text{масса}} \times 2$ Гц | $f_2 = \frac{250}{\text{масса}} \times 100$ Гц |
| когда масса | >250 кг | $f_1 = 2$ Гц | $f_2 = 60$ Гц |

Таблица 3

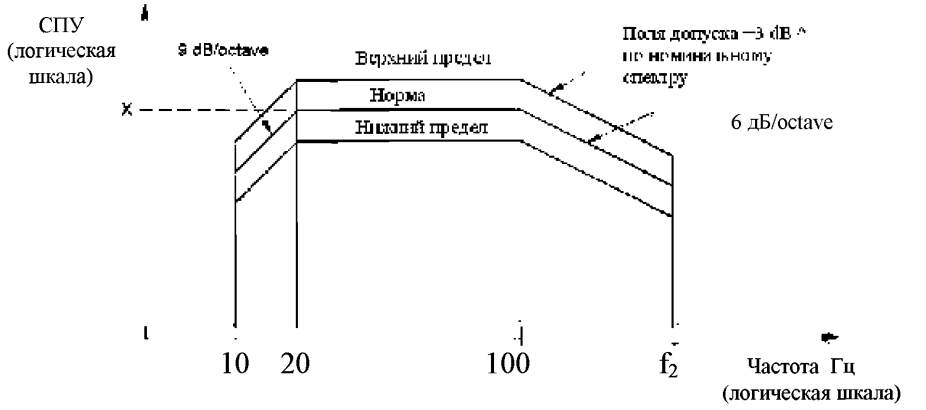
| | **Вертикальное** | **Поперечное** | **Продольное** |
|---|---|---|---|
| Функциональное испытание уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 0,190 | 0,144 | 0,0414 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 5,4 | 4,7 | 2,5 |
| Испытание на долговечность уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 11,83 | 8,96 | 2,62 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 42,5 | 37,0 | 20,00 |

Примечание 1 - Для оборудования с тестовой частотой менее 5 Гц СКЗ будут выше указанных в таблице 3.

Примечание 2 - Для оборудования с тестовой частотой менее 250 Гц СКЗ будут ниже указанных в таблице 3.

Примечание 3 - Если существуют частоты свыше $f_2$,, они могут быть включены, амплитуда устанавливается продлением убывающей 6 дБ/октава до ее пересечения с максимально требуемой частотой. В таких случаях СКЗ повышается.

**Рисунок 3 - Категория 2 – Оборудование, установленное на тележке – СПУ-спектр**




| | | |
|---|---|---|
| когда масса | <50 кг | $f_2 = 500$ Гц |
| когда масса | >50 кг < 125 кг | $f_2 = \frac{125}{\text{масса}} \times 200$ Гц |
| когда масса | >125 кг | $f_2 = 200$ Гц |

Т а б л и ц а 4

| | **Вертикальное** | **Поперечное** | **Продольное** |
|---|---|---|---|
| Функциональное испытание уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 8,74 | 7,0 | 1,751 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 538 | 34 | 17 |
| Испытание на долговечность уровень СПУ $(м/с^2)^2/Гц$ | 545,2 | 441,2 | 110,3 |
| Значение СКЗ $м/с^2$ от 5 Гц до 150 Гц | 300 | 270 | 135 |

П р и м е ч а н и е 1 - Для оборудования с тестовой частотой менее 500 Гц СКЗ будут ниже указанных в таблице4.

П р и м е ч а н и е 2 - Если существуют частоты свыше $f_2$,, они могут быть включены, амплитуда устанавливается продлением убывающей 6 дБ/октава до ее пересечения с максимально требуемой частотой. В таких случаях СКЗ повышается.

**Рисунок 4 – Оборудование, установленное на оси – СПУ спектр**

6.4.3 Функция плотности вероятности (ФПВ)

Если не установлено иное, для каждой точки отклика временной ряд замеряемого ускорения(-ий) должен иметь распределение с ФПВ, приблизительно равной гауссовой, и амплитудным фактором (отношением пикового значения к СКЗ) не менее 2.5.

Примечание – Рисунок 5 показывает поля допуска кумулятивной ФПВ.

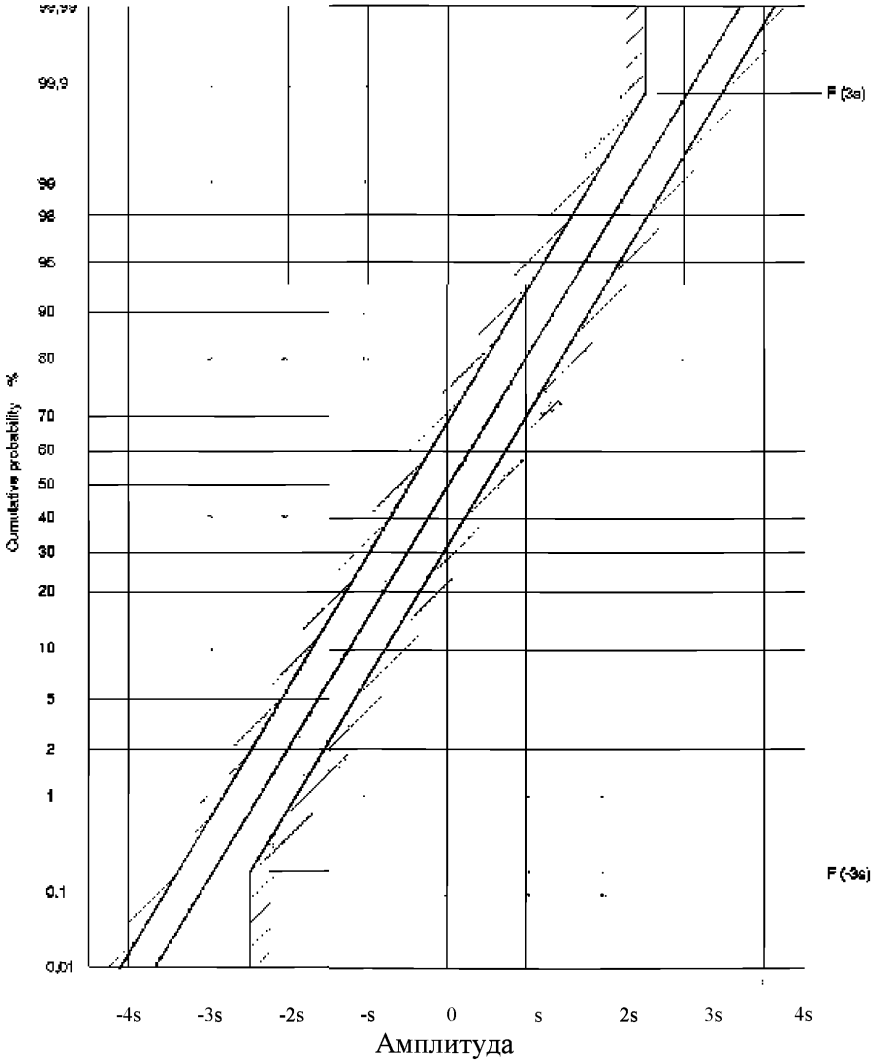



**Рисунок 5 - Поля допуска кумулятивной ФПВ**

6.4.4 Длительность

Общая длительность экспозиции заданной случайной вибрации на каждую ось не должна быть менее установленной (см. 8.2 и 9.2).

### 6.5 Измерения с учетом допуска

Допустимые значения вибрации должны соответствовать *ГОСТ 30630.1.2*.

### 6.6 Восстановление

Начальные и конечные измерения должны осуществляться при одинаковых условиях (например, температура). При необходимости период времени после испытания и до конечных измерений допускается для того, чтобы испытываемое оборудование достигло состояния, в котором оно находилось при начальных измерениях.

## 7 Начальные измерения и предварительные условия

Перед началом любого испытания оборудование подвергается испытанию в рабочем режиме согласно 6.3.3. В случае, если физические возможности испытательной лаборатории не соответствуют характеру такого испытания, испытания проводятся производителем, который до начала испытаний на вибрацию и удар, указанные в настоящем стандарте, предоставляет подтверждение того, что испытываемый элемент оборудования соответствует требованиям испытаний в рабочем режиме. Производитель несет ответственность за определение расположения точек отклика, которые должны быть четко указаны в протоколе.

Функции переноса рассчитываются со случайных сигналов, взятых с опорной точки и точек отклика, определяемых производителем. Если панели снимаются для освидетельствования или оснащения измерительными приборами, в процессе испытания они устанавливаются снова.

Функции переноса определяются по условиям испытаний, указанных в разделе 8 для категорий оборудования 2 и 3 и в разделе 9 для категории оборудования 1.

Цель измерений состоит в достижении когерентности не менее 0,9. Если это невозможно, как минимум 120 спектральных средних значений (или 240 статистических степеней свободы для линейного усреднения) усредняется с наложением 0%.

## 8 Условия испытаний на случайную вибрацию

### 8.1 Степень жесткости испытаний и частотный диапазон

Оборудование испытывается с соответствующей величиной СКЗ и частотным диапазоном, указанными в таблице 5. Если применимое положение

оборудования неясно или неизвестно, испытание проводится в трех плоскостях с СКЗ, данным для вертикальной плоскости.

Т а б л и ц а 5 – Интенсивность испытаний и частотный диапазон для функциональных испытаний на случайную вибрацию

| **Категория** | **Положение** | **СКЗ** $м/с^2$ | **Частотный диапазон** (см. рисунок) |
|---|---|---|---|
| 1 Класс А Оборудование, установленное на кузове | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 0,75<br>0,37<br>0,50 | 1 |
| 1 Класс В оборудование, установленное на кузове | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 1,00<br>0,45<br>0,70 | 2 |
| 2 Оборудование, установленное на тележке | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 5,4<br>4,7<br>2,5 | 3 |
| 3 Оборудование, установленное на оси | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 38<br>34<br>17 | 4 |

П р и м е ч а н и е – Данные испытательные значения представляют типичные значения для рабочего режима, указанные в приложении А, и соответствуют минимальным испытательным уровням, применимым к испытываемому оборудованию. При существовании фактических данных измерений нижеперечисленные условия функциональных испытаний на вибрацию могут быть усилены посредством метода, указанного в приложении А. Установленные значения считаются минимальными испытательными уровнями, применимыми к испытываемому оборудованию.

### 8.2 Длительность функциональных испытаний на вибрацию

Длительность функционального испытания на вибрацию должна быть достаточной для обеспечения выполнения всех указанных функций.

П р и м е ч а н и е 1 - Цель данного испытания – показать, что испытываемое оборудование не подвергается воздействию применимых испытательных уровней, предполагаемых для рабочего режима.

П р и м е ч а н и е 2 – Предполагается, что данные испытания проводятся в течение не менее 10 мин.

### 8.3 Функционирование в процессе испытания

Функциональные испытания, согласованные с заказчиком (см. 6.3.2), проводятся в процессе функциональных испытаний на случайную вибрацию.

## 9 Испытания на долговечность при повышенных уровнях случайной вибрации

### 9.1 Интенсивность испытаний и частотный диапазон

В случае, если положение оборудования при применении неизвестно или неясно, оборудование подвергается вертикальным испытаниям по категориям, согласно таблице 6 во всех трех плоскостях

Таблица 6 – Интенсивность испытаний и частотный диапазон

| Категория | Положение | СКЗ 5 ч. период испытаний, м/с$^2$ | Частотный диапазон (см. рисунок) |
|---|---|---|---|
| 1 Класс А Оборудование, установленное на кузове | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 5,90<br>2,90<br>3,90 | 1 |
| 1 Класс В Оборудование, установленное на кузове | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 7,90<br>3,50<br>5,50 | 2 |
| 2 Оборудование, установленное на тележке | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 42,5<br>37,0<br>20,0 | 3 |
| 3 Оборудование, установленное на оси | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 300<br>270<br>135 | 4 |

### 9.2 Длительность испытаний на ускоренную вибрацию

Все категории оборудования подвергаются испытаниям общей продолжительностью

15 часов. Данное время обычно делится на периоды по 5 часов в каждой из трех взаимно перпендикулярных осей. Если в процессе испытания возникают проблемы из-за перегрева оборудования (например, вибрация резиновых частей и т.д.), допускается остановка испытания на период времени, достаточный для восстановления оборудования. Однако необходимо обратить внимание на то, что общая продолжительность вибрации должна составлять 5 часов. Если испытания останавливаются, это должно быть указано в протоколе.

Примечание 1 - Функционирование оборудования в процессе данного испытания не обязательно.

Примечание 2 – Допускается сокращение амплитуды вибрации по предварительной договоренности. Однако, важно, чтобы испытательный период увеличивался в

соответствии с приложением А. Данный вариант не является предпочтительным и должен быть ограничен категорией 3 – оборудованием, установленное на оси. При использовании данного метода испытание не подлежит аттестации, поскольку это выходит за рамки настоящей рекомендации.

## 10 Условия испытаний на удар

### 10.1 Форма импульса и допуск

Испытываемое оборудование подвергается серии полусинусоидальных импульсов номинальной длительностью D и номинальной пиковой амплитудой A для каждого в соответствии с *ГОСТ 30630.1.3* (значения D и A указаны на рисунке 6).

Поперечное движение не должно превышать 30 % от пикового ускорения номинального импульса в намеченном направлении в соответствии с *ГОСТ 30630.1.3*.

На рисунке 6 показана форма импульса и границы допуска.

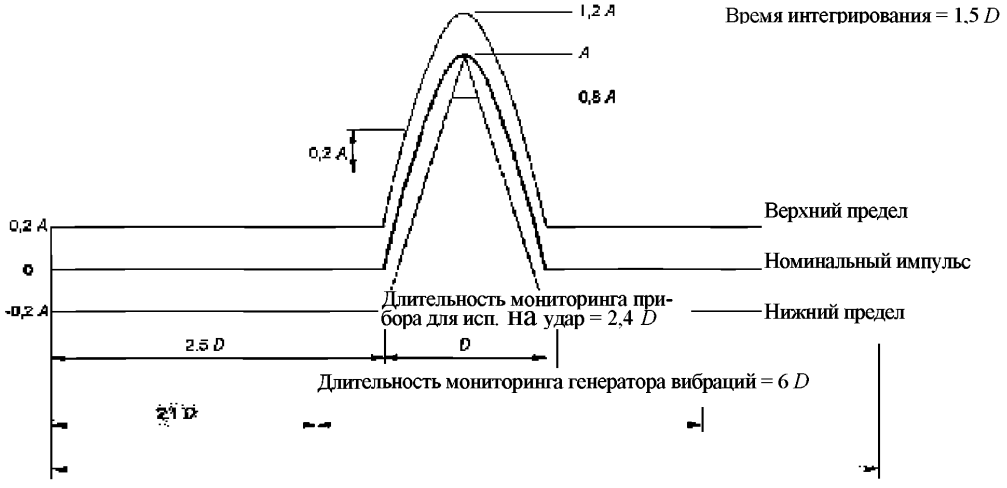


Таблица 7

| Категория | Направление | Пиковое ускорение A ($м/с^2$) | Номинальная длительность D (мс) |
|---|---|---|---|
| 1 Класс A и класс B Оборудование, установленное на корпусе | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 30<br>30<br>50 | 30<br>30<br>30 |
| 2 Оборудование, установленное на тележке | Все | 300 | 18 |
| 3 Оборудование, установленное на оси | Все | 1 000 | 6 |

Примечание – Некоторое оборудование категории 1, предназначенное для специфического применения, может потребовать дополнительного испытания на удар с пиковым ускорением A 30 $м/с^2$ и длительностью D 100 мс. В таких случаях испытательные уровни должны запрашиваться и согласовываться до начала испытаний.

**Рисунок 6 – Допуск испытаний на удар – Полусинусоидальный импульс**

### 10.2 Изменения скорости

Фактическое изменение скорости должно составлять ±15 % от значения, соответствующего номинальному импульсу на рисунке 6.

В случае, если изменение скорости определяется интегрированием фактического указанного импульса, то оно рассчитывается для периода интегрирования, указанного на рисунке 6.

### 10.3 Монтаж

Испытываемое оборудование подсоединяется к испытательной установке в соответствии с 6.1.

### 10.4 Частота следования

Между применяемыми ударами допускается период времени, достаточный для восстановления испытываемого оборудования после воздействия резонанса.

### 10.5 Интенсивность испытаний, форма импульса и направление

Значения указаны в таблице 8.

Таблица 8 – Интенсивность испытаний, форма импульса и направление

| Категория | Положение | Пиковое ускорение A м/с$^2$ | Номинальная длительность D мс |
|---|---|---|---|
| 1 Класс A и класс B Оборудование, установленное на кузове | вертикальное<br>поперечное<br>продольное | 30<br>30<br>50 | 30<br>30<br>50 |
| 2 Оборудование, установленное на тележке | Все | 300 | 18 |
| 3 Оборудование, установленное на оси | Все | 1 000 | 6 |
| Примечание – Информация о форме импульса представлена на рисунке 6. | | | |

### 10.6 Количество ударов

18 ударов (три положительных и три отрицательных в каждой из трех ортогональных плоскостей), согласно *ГОСТ 30630.1.3* применяются к оборудованию. Данное испытание повторяется для каждого механического состояния в соответствии с 6.3.1.

### 10.7 Функционирование в процессе испытания

Функционирование оборудования в процессе испытаний не обязательно. Однако некоторое оборудование должно сохранять непрерывность действия, и, по требованию производителя или заказчика, это должно быть подтверждено в техническом задании к испытанию, если иное не установлено стандартом для соответствующего изделия.

## 11 Транспортировка и перемещение

В случае, если испытания по транспортировке и перемещению являются специальным требованием конечного пользователя, то они проводятся в соответствии с *ГОСТ 30630.1.2.*

## 12 Конечные измерения

По окончании испытаний оборудование подлежит испытанию в рабочем режиме согласно пункту 6.3.3. Благодаря характеру такого испытания, оно может выходить за рамки возможностей испытательной лаборатории. В таких случаях испытания проводятся производителем, который предоставляет информацию о соответствии испытываемого элемента требованиям испытания в рабочем режиме после испытаний на вибрацию и удар, указанных в настоящем стандарте.

Функции переноса рассчитываются на основе случайных сигналов, взятых с опорной точки и точек отклика, определяемых производителем. В случае, если панели снимаются для освидетельствования или оснащения приборами, они устанавливаются снова в процессе испытаний.

Функции переноса определяются по испытательным условиям, установленным в разделе 8 для категорий 2 и 3 оборудования и в разделе 9 для категории 1.

Цель измерения – достижение когерентности не менее 0.9. Если это невозможно, как минимум 120 спектральных средних значений (или 240 статистических степеней свободы для линейного усреднения) усредняется с наложением 0%.

Изменения в функциях переноса или других измерениях изучаются и разъясняются в протоколе об испытаниях.

## 13 Критерии приемки

По окончании всех испытаний оборудование считается принятым к аттестации испытания при соблюдении следующих условий:

- эксплуатационные характеристики, согласно 6.3.3, сохраняются в установленных пределах;
- функционирование, согласно 6.3.2, сохраняется в установленных пределах;
- внешний вид и механическая целостность не изменились.

## 14 Протокол испытаний

После завершения всех или части испытаний, конечных измерений и функциональных проверок испытательная лаборатория выдает протокол испытаний для заказчика. Протокол должен содержать описание проведения испытаний и их влияние на оборудование, в том числе:

- описание изменений, происшедших в процессе испытаний. Указываются серийные номера/маркировочные обозначения.
- информацию об оснащении и применяемых процедурах испытания, которая предоставляется по требованию. Эти сведения могут быть включены в протокол, но не являются обязательными.

- методы монтажа, отчет о которых предоставляется согласно 6.1;
- применяемый метод и порядок испытаний. Протокол должен также содержать схемы расположения всех контрольных и измерительных точек.
- проведенные функциональные испытания и значения, полученные до и после испытаний;
- результаты испытаний в контрольных и опорных точках с наблюдениями в отношении соответствия поставленным целям и критериям приемки. Протокол должен содержать схемы всех контрольных точек, составленные в формате, указанном на рисунках 1-6. Схемы также должны включать границы допуска для подтверждения проведения испытаний в рамках допустимых пределов, установленных настоящим стандартом.
- все наблюдения в случаях, если требуются функциональное испытание во время испытания на вибрацию и/или функциональная проверка во время испытаний на удар.

Примечание – в случае проведения специальных испытаний, выходящих за рамки требований настоящего стандарта, они могут быть включены в протокол.

## 15 Итоговый отчет об испытаниях

Итоговый отчет об испытаниях включает следующую информацию:
- описание испытываемого оборудования;
- наименование производителя;
- тип оборудования, дата выпуска, модификация;
- серийный номер оборудования;
- номер протокола испытательной лаборатории;
- дата выдачи протокола;
- техническое задание к испытанию изделия.

Итоговый отчет подписывается уполномоченными представителями испытательной лаборатории и производителем.

Примечание – Пример типового итогового отчета об испытаниях содержится в приложении Г.

## 16 Реализация

Оборудование, удовлетворяющее целям испытания и критериям приемки, может быть модернизировано по стандарту, согласованному между производителем и конечным пользователем, и передано в эксплуатацию.

С целью соблюдения единства измерений производитель несет ответственность за четкое указание всех элементов, прошедших испытания в соответствии с настоящим стандартом.

## Приложение А
*(справочное)*

## Описание измерений при обслуживании точек измерения, методов записи эксплуатационных характеристик, перечня эксплуатационных характеристик и метода, применяемого для получения уровней выборочных испытаний из полученных эксплуатационных данных

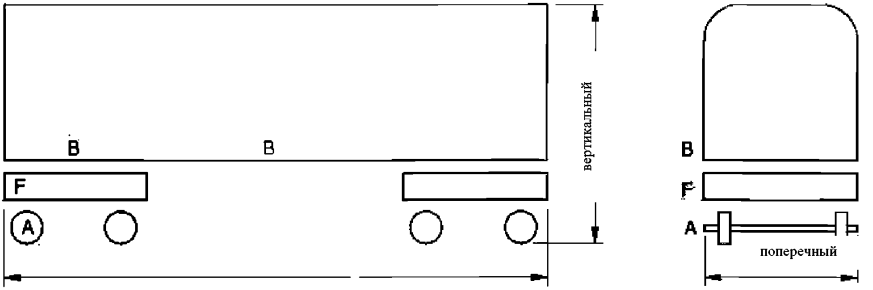
Удары и вибрация железнодорожных транспортных средств зависят от их скорости, состояния путей и других внешних факторов. Чтобы определить, будет ли оборудование, установленное на железнодорожных транспортных средствах, работать безотказно в течение многих лет, необходимы технические требования к проектированию/испытаниям.

Для установления обоснованных технических требований к испытаниям было необходимо получить результаты измерений эксплуатационных характеристик и базовые испытательные уровни по этим данным. Для достижения этой цели использовались следующие данные и средства:

- стандартные точки измерения, используемые для категорий оборудования, установленного на оси, тележку и корпусе (см. рисунок А.1).
- эксплуатационные данные, полученные от операторов железных дорог и производителей оборудования посредством анкеты на двух страницах (см. А.2).
- полученные итоговые эксплуатационные данные (см. А.3).
- метод, применяемый для определения уровней выборочных испытаний их полученных эксплуатационных данных (см. А.4).
- испытательные уровни, полученные на основе эксплуатационных данных методом, указанным в А.4 (см. А.5).

Примечание – При наличии эксплуатационных данных для действующих железнодорожных транспортных средств/сетей испытательные уровни могут рассчитываться по методу, указанному на рисунке А.2.

## А.1 Стандартные точки измерения, используемые для оси, тележки (рамы) и корпуса




A = Точки измерения оси для вертикальных, поперечных и продольных осей

F = Точка измерения рамы (тележки) для вертикальных, поперечных и продольных осей

B = Точки измерения корпуса для вертикальных, поперечных и продольных осей

**Рисунок А.1 – Стандартные точки измерения, используемые для оси, тележки (рамы) и корпуса**

## А.2 Эксплуатационные данные, полученные от операторов железных дорог и производителей оборудования из анкеты

Для каждой точки измерения необходимо заполнить таблицу А.1.

Т а б л и ц а А.1 – Итоговые данные о параметрах/условиях испытаний

| **Точка измерения**.....……. **Направление измерения** …….. | |
|---|---|
| Параметр/условие испытания (вопрос) | Комментарии (ответ) |
| **Общие**<br>1 Причина измерения уровней вибрации<br>2 Расположение железнодорожной системы<br>3 Тип измеряемого транспортного средства<br>4 Специальное испытание или нормальный режим<br>5 Скорость транспортного средства | |

Продолжение таблицы

| | |
|---|---|
| **Основные условия**<br>6 Погодные условия (°С, % относительной влажности, дождь, снег)<br>7 Осевая нагрузка измеряемого транспортного средства<br>8 Тип ж/д пути (классификация UIC)<br>9 Основание пути (шпалы, балласт)<br>10 Тип соединения рельсов (сварное, стыковое) | |
| **Запись**<br>19 Тип записи (FM, DR, PCM, DAT)<br>20 Частотный диапазон (верхний и нижний)<br>21 Амплитудный диапазон (максимум и минимум) | |
| **Анализ временной области**<br>22 Полоса пропускания анализа временной области<br>23 Частота выборки<br>24 Общее количество выборок или общее время всех записей<br>25 Макс. ускорение ($м/с^2$, положительное)<br>26 Мин. ускорение ($м/с^2$, отрицательное)<br>27 СКЗ<br>28 Разрешение по амплитуде<br>29 СКЗ $м/с^2$, основанное на функции плотности | |
| **Частотный анализ** (Рекомендуемая полоса пропускания: 500 Гц кузов; 500 Гц тележка и 500 Гц ось)<br>30 Полоса пропускания частотного анализа (частота среза фильтра защиты от наложения спектров)<br>31 Частота выборки соответствующей временной записи<br>32 Разрешение по частоте (delta f) или количество частотных линий<br>33 Количество выборок при сборе данных (длина блока)<br>34 Нижний частотный предел<br>35 Тип временного окна и длина записи при сборе/анализе<br>36 Количество средних значений (временные записи)<br>37 Наложение ($0 \leq 0t < 1$) и общее количество выборок<br>38 Разрешение ADC (динамический диапазон)<br>39 Уровень собственного шума аппаратуры<br>40 Общее СКЗ $м/с^2$, основанное на спектральной плотности мощности (СПМ) | |

Продолжение таблицы

| | |
|---|---|
| **Требуемые схемы**<br>41 Спектр СПМ для анализа частотной области<br>42 Распределение плотности вероятности для анализа временной области | |

### А.3 Итоговые эксплуатационные данные

Т а б л и ц а А.2 – Уровни ускорения СКЗ, полученные из анкеты

| Категория | Макс. уровень м/с$^2$ СКЗ r.m.s. | Средний уровень м/с$^2$ СКЗ | Стандартное отклонение | Количество значений |
|---|---|---|---|---|
| 1 Корпус/вертикальное | 1,24 | 0,49 | 0,26 | 19 |
| Корпус/поперечное | 0,43 | 0,29 | 0,08 | 15 |
| Корпус/продольное | 0,82 | 0,30 | 0,20 | 8 |
| 2 Тележка/вертикальное | 7,0 | 3,1 | 2,3 | 14 |
| Тележка/поперечное | 7,0 | 3,0 | 1,7 | 10 |
| Тележка/продольное | 4,1 | 1,2 | 1,3 | 9 |
| 3 Ось/вертикальное | 43 | 24 | 14 | 19 |
| Ось/поперечное | 39 | 20 | 14 | 17 |
| Ось/продольное | 20 | 11 | 6 | 9 |

П р и м е ч а н и е – Используйте метод, указанный в А.4, для получения испытательных уровней А.5.

### А.4 Метод, применяемый для получения уровней выборочных испытаний на основе полученных эксплуатационных данных

Для сокращения времени испытаний для настоящего стандарта выбран метод повышенного усиления. Для проведения испытания на долговечность при воздействии случайной вибрации предполагается, что ущерб пропорционален количеству циклов, умноженному на уровень воздействия, возведенный в степень:

$$\text{Ущерб} = \alpha.\sigma^{m} N_f \qquad (2)$$

где $N_f$ количество циклов;
σ уровень воздействия;
$m$ степень (обычно от 3 до 9).

Это соотношение связано с уровнем ускорения и допущением, что эксплуатационный период и период испытаний оба равны постоянной величине. Следовательно:

$$T_s A_s^m = T_t A_t^m \qquad (3),$$

где $T_s$ период/время эксплуатации;
$T_t$ длительность испытания;
$A_s$ ускорение в эксплуатации;
$A_t$ испытательное ускорение.

При расчете коэффициента ускорения получается следующее:

$$\text{Временной фактор} = \left(\frac{T_s}{T_t}\right)^{1/m} \qquad (4),$$

Следовательно, коэффициент ускорения равен временному фактору:

$$\frac{A_t}{A_s} = \left(\frac{T_s}{T_t}\right)^{1/m} \qquad (5)$$

Следовательно, когда
$T_s$ = 25 % нормального срока эксплуатации
=25 лет x 300 дней/год x 10 ч./день x 25%
=18 750 часов эксплуатационного периода
$T_t$ = 5 часовой период испытания
m = 4 (типично для металлов)

$$\text{Коэффициент ускорения} = \left(\frac{18750}{5}\right)^{1/4} = 7{,}83$$

В целях данной спецификации было проведено исследование внешних воздействий. На основе полученных данных были установлены уровни СКЗ и изменения уровней как стандартные отклонения (см. таблицу А.2).

**Категория 1. Корпус Класс В**

Уровень функционального испытания = средний эксплуатационный уровень + 2 стандартных отклонения.

**Все другие категории**

Уровень функционального испытания = средний эксплуатационный уровень + 1 стандартное отклонение.

**Уровень испытания на долговечность = уровень функционального испытания х коэффициент ускорения**

(Рассчитанные испытательные значения указаны в таблице А.3.)

**А.5 Уровни испытаний, полученные на основе эксплуатационных данных по методу, указанному в А.4**

Т а б л и ц а А.3 - Уровни испытаний, полученные на основе эксплуатационных данных по методу, указанному в А.4.

| RMS уровни ускорения в м/с$^2$ | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Категория** | **Функциональный** | | **RTL долговечности** | |
| | Класс А | Класс В | Класс А | Класс В |
| 1 Корпус вертикально | 0,75 | 1,00 | 5,9 | 7,9 |
| Корпус поперечно | 0,37 | 0,45 | 2,9 | 3,5 |
| Корпус продольно | 0,50 | 0,70 | 3,9 | 5,5 |
| 2 Тележка вертикально | 5,4 | | 42,5 | |
| Тележка поперечно | 4,7 | | 37,0 | |
| Тележка продольно | 2,5 | | 20,0 | |
| 3 Ось вертикально | 38 | | 300 | |
| Ось поперечно | 34 | | 270 | |
| Ось продольно | 17 | | 135 | |

**AS** = Средний эксплуатационный уровень

**STD** = Стандартное отклонение

**RTL** = Уровень выборочного испытания

**FRTL** = Уровень функционального выборочного испытания

**SLLRTL** = Уровень выборочного испытания на долговечность

**Класс А** = Категория 1. Оборудование, установленное на корпусе и соединенное непосредственно со структурой корпуса вагона

**Класс В** = Категория 1. Секции/компоненты, установленные внутри оборудования, соединенного непосредственно со структурой корпуса вагона.

Пример: Расчет испытательного уровня по методу А.4. Корпус вертикально:

AS = 0,49 (из таблицы А.2)

STD = 0,26

FRTL = AS + STD = 0,75 Класс А

SLLRTL = FRTL x Коэффициент ускорения = 5,90 Класс А

## Приложение Б
*(справочное)*

## Руководство по выведению расчетных уровней на основе данных испытаний на воздействие случайной вибрации

### Б.1 Введение

В процессе проектирования необходимо принимать меры для предотвращения сбоя оборудования/компонентов во время испытания на вибрацию или, в последующем, в нормальном рабочем режиме.

Настоящее приложение предоставляет формулы расчета амплитуд возбуждения вибрации для проектных расчетов. Здесь также содержится руководство по выбору входных значений из стандарта. В заключении приводится пример, и даются основные формулы в общей форме. Формулы для приблизительных расчетов в настоящем приложении выведены посредством системы единственной степени свободы (ЕСС).

Следовательно, инженер-проектировщик несет ответственность за выбор основных режимов вибрации (ЕСС), что повлияет на оценку механической целостности проекта.

Процедуры расчетов, представленные в настоящем приложении, носят информативный характер и не рассматриваются как контрактные требования.

Оценка механической прочности всегда требует определенной степени инженерной оценки, о которой должны быть осведомлены как поставщик, так и покупатель. Данное приложение не препятствует использованию дополнительных исследований в целях проектирования, проводимых для выполнения контрактных или экологических требований.

### Б.2 Предмет

При расчете механической прочности важное значение имеет информация о степени вибрации, которой предположительно оборудование будет подвержено в процессе эксплуатации. При отсутствии такой информации настоящее руководство предоставляет альтернативные методы выведения расчетных данных о возбуждении вибрации в соответствии с настоящим стандартом. Это поможет инженерам-проектировщикам рассчитывать ответное напряжение ускорение или силу для установления усталостных повреждений. Однако, использование специфических методов проектирования не входит в область применения настоящего стандарта.

Расчеты удара в данном приложении не рассматриваются, но инженеры-проектировщики должны учитывать уровни ударного возбуждения, установленные настоящим стандартом.

### Б.3 Определения

Амплитудный фактор известен как отношение пиковых значений к СКЗ вибрации во временном интервале.

**Процесс усталостного повреждения** относится к эффектам накопленного повреждения внутри оборудования/компонентов, вызванного силами вибрации, действующей на точки крепления.

**Проектирование абсолютной величины** относится к максимально допустимым ответным реакциям оборудования/компонентов на вибрацию (например, превышение может привести к поломке или сбою).

**Проектирование удара** относится к максимально допустимому воздействию переходных характеристик оборудования/компонентов (например, превышение может привести к поломке или сбою).

**Система единственной степени свободы (ECC)** известна как единая пружинно-массовая/демпферная система и характеризуется единым дифференциальным уравнением второго порядка.

### Б.4 Обозначения

$A_{d(ft)}$ – Постоянная синусоидальная амплитуда возбуждения вибрации усталостного повреждения проектной модели при резонансе ($м/с^2$)

$A_{d(mg)}$ - Основанная на абсолютной величине постоянная синусоидальная амплитуда возбуждения вибрации проектной модели при резонансе ($м/с^2$)

$ASD_{25}$ – Спектральная плотность ускорения возбуждения при испытаниях, взятая из схем 1-4 настоящего стандарта, с учетом 25% периода эксплуатации (($м/с^2$) /Гц)

$ASD_{100}$ - Спектральная плотность ускорения для 100% эксплуатационного периода (($м/с^2$)$^2$/Гц)

$Cf_t$ – Амплитудный фактор, используемый при испытании

f – Частота резонанса оборудования/компонентов, рассматриваемая как ECC система (Гц)

$N_d$ – Количество циклов отклика для ECC системы в проекте (cs)

$N_{II}$ – Количество циклов отклика для ECC системы с предельной долговечностью (точка на кривой S – N, где она часто считается ровной и равна пределу прочности $o_{el}$) (cs)

v – Пиковое/СКЗ значение отклика ECC системы

$v_I$ – Нижние границы v

$v_u$ – Dерхние границы v

Q – 1/(2ζ) = усиление при резонансе

$T_{rt}$ – Длительность выборочного испытания (s)

ζ – Доля критического затухания

$\sigma_{el}$ – Предел прочности (Pa)

### Б.5 Допуски

Равенства в настоящем приложении выведены при следующих допусках:

а) Амплитуда возбуждения вибрации усталостного повреждения $A_{d(ft)}$ ($м/с^2$) равенства (Б.8.1) приводит к тому же эффекту для процесса усталостного повреждения в проекте, как соответствующий уровень возбуждения случайной вибрации, $ASD_{1O}o$ (($м/с^2$)$^2$/Гц), при возбуждении оборудования/компонентов, рассматриваемых как ECC система для каждого соответствующего резонанса.

б) Синусоидальная амплитуда возбуждения вибрации, основанная на абсолютном значении, Ad(mg) ($м/с^2$) равенства (Б.8.2 – подход 3,0 *о*) приводит к той же амплитуде максимального отклика при каждом соответствующем резонансе, поскольку соответствующий отклик случайной вибрации равен его СКЗ, умноженному на 3,0, когда амплитудный фактор возбуждения ограничен до 2,5.

Примечание – Подход 3,0 *а* относится к ограничению уровня отклика ускорения случайной вибрации при испытании до амплитудного фактора 3,0. См. также Б.6.

в) Динамические свойства оборудования/компонентов относительно линейные.

г) Отношение между весом оборудования и его опорной структуры мало, настолько, что эффекты динамического взаимодействия могут быть проигнорированы.

д) Существует одна или несколько доминирующих резонансных частот оборудования/компонентов.

е) Процесс усталостного повреждения основан на модели накопления повреждений Майнера.

ж) Возрастающее усталостное повреждение одного цикла нагрузки пропорционально биквадрату (m = 4) амплитуды отклика системы ЕСС.

и) Существует предел прочности $\sigma_{el}$ (Па) для NII циклов.

к) Влияние амплитудного фактора на процесс усталостного повреждения не принимается во внимание, что может привести к относительному консерватизму (настоящий стандарт устанавливает менее 5% для амплитудных факторов).

л) Амплитуды отклика случайной вибрации системы ЕСС распределяются по Релею.

**Б.6 Процедуры проектирования**

В проектировании существует несколько методов расчета соответствующих параметров вибрации. Метод, выбранный в настоящем стандарте, основан на определенных соответствующих типовых динамических значениях вибрации, выведенных из соответствующего спектра СПУ для испытаний на долговечность (5 ч., 25% период), указанных в настоящем стандарте, которые, в свою очередь, рассчитаны на основе эксплуатационных данных согласно приложению А.

Также рекомендуется проведение инженерами-проектировщиками расчетов удара с учетом спектров отклика на удар согласно ГОСТ , приложение Б, а также входных данных об ударном возбуждении, взятых из настоящего стандарта.

Б. 6.1 Условия проектирования

При расчете механической прочности инженеры-проектировщики должны учитывать как испытания, так и действие в эксплуатации. Условия проектирования, рассматриваемые в настоящем руководстве, относятся, в первую очередь к условиям испытаний. Руководство представляет уровни возбужде-

ния вибрации, позволяющие оценивать проектирование, как усталостного повреждения, так и абсолютных величин. Процесс усталостного повреждения основан на значениях возбуждения вибрации, полученных из соответствующего испытательного спектра СПУ для испытаний на долговечность, указанных в настоящем стандарте (для 100% эксплуатации), и должен оцениваться по критериям усталостного повреждения.

Проектирование, основанное на абсолютных значениях, определяется максимальными амплитудами отклика при испытаниях. Эти расчеты учитывают возможные суровые условия, которые могут возникнуть при увеличении амплитуды при испытаниях на случайную вибрацию, вызванном сокращением временной развертки. Однако этот уровень возбуждения может не отражать фактическое состояние при эксплуатации.

Абсолютная величина случайной вибрации при испытаниях определяется ее СКЗ и амплитудным фактором, применяемым испытательным прибором. Этот амплитудный фактор должен быть не менее 2.5 согласно настоящему стандарту. Инженеры-проектировщики должны быть, следовательно, предусмотрительны по отношению к фактическому амплитудному фактору, используемому при испытаниях. Амплитудные факторы намного выше 2.5 соответственно требуют коррекции расчетного уровня абсолютной величины с учетом испытательных требований. Кроме того, амплитудный фактор отклика, указанный в настоящем руководстве (см. Б. 8.2 и Б.5), становится выше, чем амплитудный фактор испытательного возбуждения (см. Б. 10.2).

Примечание – Т.е. если амплитудный фактор испытательного возбуждения равен 2.5, расчетное синусоидальное возбуждение, основанное на абсолютном значении, должно при расчетах быть в 3.0 раза больше СКЗ испытательного отклика, согласно настоящему руководству.

В эксплуатации железной дороги существуют разные амплитуды вибрации, толчка и удара. Следовательно, амплитудный фактор может быть гораздо выше 2.5, и абсолютное значение вибрации в эксплуатации определить сложно.

**Б.7 Точный метод выведения расчетных возбуждений на основе настоящего стандарта**

Испытательные уровни случайных возбуждений, преобразованные в расчетные уровни случайных возбуждений, рекомендуются для проектирования, если инженер-проектировщик имеет доступ к вычислительным приборам для такого анализа.

Б.7.1 Расчет усталостного повреждения с использованием случайного возбуждения

Уровни $ASD_{25}$ , равные уровням испытаний на долговечность, взяты из соответствующих схем 1-4 настоящего стандарта. Расчетные спектры ASD $(СПУ)_{100}$ для расчетов процесса усталостного повреждения, выраженного в $(м/с^2)^2/Гц$, получены из:

$$ASD_{100} = 2 \times ASD_{25} \qquad (Б.1)$$

Коэффициент 2 компенсирует увеличение повреждения от 25 % эксплуатации при испытаниях до 100% при проектировании ($ASD_{100} = ASD_{25} \sqrt{4}$).

Б.7.2 Расчеты абсолютного значения с использованием случайного возбуждения.

Уровни вибрации для расчетов нагрузки, силы или ускорения на основе абсолютного значения при проектировании, выраженных в $(м/с^2)^2/Гц$, получаются просто как:

$$ASD_{25} \qquad (Б.2)$$

**Б.8 Методы выведения приближенных расчетных возбуждений на основе настоящего стандарта**

Учитывая допущения, указанные в Б.5, приближенные амплитуды синусоидального расчетного возбуждения могут использоваться как альтернатива случайному возбуждению.

Б.8.1 Расчеты усталостного повреждения с использованием синусоидального возбуждения

Приближенная амплитуда синусоидального возбуждения вибрации процесса усталостного повреждения $A_{d(ft)}$, выраженная в $м/с^2$, получается из *

$$A_{d(ft)} = 1{,}7\left[\sqrt{(\pi/2)\times f \times ASD_{100}/Q}\right]\times\left[T_{rt}/(N_{П}/f)\right]^{(1/4)} \qquad (Б.3)$$

Б.8.2 Расчеты абсолютного значения с использованием синусоидального возбуждения

Приближенная амплитуда синусоидального возбуждения вибрации, основанная на абсолютном значении, Ad(mg), выраженная в $м/с^2$, получается из (3.0о подход):

**Б.9 Пример**

Задача

Компонент установлен в секцию, помещенную под вагоном. Секция установлена непосредственно в главной структуре корпуса вагона и подвергается воздействию вибрации, предусмотренной настоящим стандартом. Рассчитайте соответствующие проектные амплитуды возбуждающего ускорения в вертикальном направлении.

Б.9.1 Точный метод

Решение

Выберите данные случайной испытательной вибрации для Категории 1 - Класс Б – Установленное на корпусе оборудование (вертикально) из данных на рисунке 2 настоящего стандарта. Выберите уровень СПУ (нормальные уровень) и вставьте в равенство (Б.7.1) для получения расчетного уровня СПУ спектра для расчетов усталостного повреждения:

$$ASD_{100} = 2 \times 1,9 = 3,8 \ (м/с^2)^2 \ /Гц$$

(Соответственно, общее расчетное СКЗ усталостного повреждение: r.m.s.d = 7,9 x$\sqrt{2}$ =11,2 m/s$^2$.)

Выбранные значения подходят непосредственно для расчетов на основе абсолютного значения согласно (В.7.2):

$$ASD_{25} = 1,9 \ (м/с^2)^2/Гц$$

Б.9.2 Приближенный метод

Решение

Выберите данные случайной испытательной вибрации для Категории 1 - Класс Б – Установленное на корпусе оборудование (вертикально) из данных на рисунке 2 настоящего стандарта (нормальный уровень). Рассчитайте проектный $ASD_{100}$ спектр (см. Б.9.1) при:

$$T_{rt} = 5h = 18000s; \quad N_{II} = 10^7; \quad Q = 10cs; \qquad f = 20Гц$$

Вставьте данные в равенство (Б.8.1) для получения соответствующей расчетной синусоидальной амплитуды для расчетов усталостного повреждения $A_{d(mg)}$:

$$A_{d(ft)} = 1,7 \times \left[\sqrt{(\pi/2) \times 20 \times 3,8/10}\right] \times \left[5 \times 3600 \left(10^7/20\right)\right]^{(1/4)} = 2,6m/s^2$$

Вставьте уровень $ASD_{25}$ в равенство (Б.8.2) для получения расчетной синусоидальной амплитуды для расчета абсолютного значения $A_{d(mg)}$:

$$A_{d(ft)} = 3,0 \times \sqrt{(\pi/2) \times 20 \times 1,9/10} = 7,33m/s^2$$

Проверьте отношение испытательного абсолютного значения к амплитуде для расчета проектного усталостного повреждения:

$$A_{d(mg)} / A_{d(ft)} = 7,33/2,56 = 2,86$$

Таким образом, в проектных расчетах механической прочности в соответствии с настоящим стандартом предполагается, что компонент в секции под вагоном подвергается непрерывной синусоидальной вибрации с амплитудой 2,6 м/с$^2$ для воспроизведения процесса усталостного повреждения. Аналогично, максимальный отклик в процессе испытания достигается при синусоидальной амплитуде возбуждения, равной 7,33 м/с$^2$, что в данном случае в 2,86 раза выше. См. таблицу Б.1.

Таблица Б.1 содержит расчетные уровни возбуждения для типовой задачи, включая дополнение для всех трех направлений.

Т а б л и ц а Б.1 – Расчетные уровни возбуждения для типовой задачи с дополнением для всех трех направлений

| **Категория 1 - Класс В – Оборудование, установленное на корпусе (% = 0,05 => q = 10) Расчетные уровни возбуждения** | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Частота *f* Гц | Случайное (В.7.1) $ASD_{100}$ $(м/с^2)^2$/Гц | | | Случайное (В.7.2) $ASD_{Z5}$ $(м/с^2)^2$/Гц | | | Синус. (В.8.1) Aj(ft>; $^{W}NII=10^7$ cs $м/с^2$ | | | Синус. (В.8.1) Ad($m_g$); з,о *a* $м/с^2$ | | |
| | верт | попер | прод | верт. | попер | прод | верт. | попер. | прод | верт | попер | прод. |
| 20 | 3,8 | 0,74 | 1,8 | 1,9 | 0,3 | 0,90 | 2,56 | 1,13 | 1,76 | 7,33 | 3,23 | 5,04 |

**Б.10 Общая форма равенств, используемых для выведения приближенного расчетного возбуждения**

Упрощенные формы данных равенств приводятся в Б.8.

Б.10.1 Расчеты усталостного повреждения

Приближенная амплитуда синусоидального возбуждения вибрации процесса усталостного повреждения ($м/с^2$) рассчитывается следующим образом:

$$A_{d(fi)} = \left[\sqrt{(\pi/2)} \times f \times ASD_{100}/Q\right] \times \left[T_{rt}/(N_{\text{П}}/f)\right]^{(1/m)} \left[\int_{v1}^{\infty} v^{(m+1)} x e^{-v2/2} \partial v^{(1/m)}\right] \quad \text{(Б.7)}$$

Первый член равенства (Б.10.1) представляет СКЗ амплитуды отклика ($м/с^2$) системы ЕСС, разделенный на Q, при возбуждении широкополосной вибрации, взятой из ровной части соответствующего спектра СПУ для условного испытания на долговечность в настоящем стандарте (для 100% периода).

Второй член – разница между длительностью выборочного испытания, $T_n$ (сек.), и временем для достижения $N_м$ (cs) при f (Гц) для проектирования.

Третий член – величина, пропорциональная суммарному весу всех циклов, участвующих в процессе усталостного повреждения, с учетом распределения релея амплитуд отклика системы ЕСС.

Величина m – степень, зависящая от уклона кривой S - N (см. приложение А), для настоящего стандарта m = 4.

Б.10.2 Расчет абсолютного значения

Приближенная амплитуда синусоидального возбуждения вибрации, основанная на абсолютном значении ($м/с^2$), рассчитывается по формуле

$$A_{d(mg)} = (CF_t + 0{,}5) \times \left[\sqrt{(\pi/2 \times f \times ASD_{25}/Q)}\right] \quad \text{(Б.8)}$$

Первый член равенства (В.10.2) представляет амплитудный фактор при испытаниях (который ограничен испытательным прибором) плюс 0.5 для компенсации на повышение амплитудных факторов отклика систем ЕСС по отношению к амплитудным факторам возбуждения.

Второй член – СКЗ амплитуды отклика ($м/с^2$) системы ЕСС, разделенное на Q, при возбуждении широкополосной случайной вибрации, взятой из ровной части соответствующего спектра СПУ для условного испытания на долговечность в настоящем стандарте.

## Приложение В
*(справочное)*

## Схема общего расположения оборудования в железнодорожных вагонах и категории его испытания

П р и м е ч а н и е – Данные категории не применяются к вагонам с одним уровнем подвески

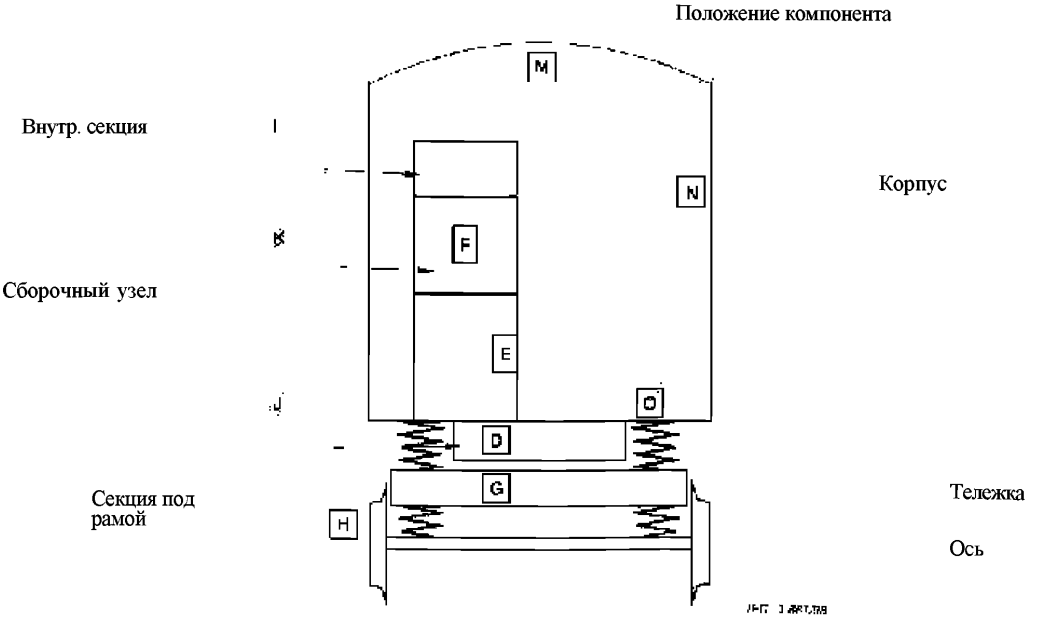


Таблица В.1

| Категория | Расположение | Описание расположения оборудования |
|---|---|---|
| 1<br>Класс А | **M NO**<br>**I и J** | Компоненты, установленные непосредственно на или под корпусом вагона |
| 1<br>Класс Б | **D** | Компоненты, установленные в секцию под рамой, прикрепленной к корпусу вагона |
| 1<br>Класс Б | **К и Е** | Компоненты, установленные в большой внутренней секции, прикрепленной к корпусу вагона |
| 1<br>Класс Б | **F** | Компоненты, установленные в сборочные узлы, установленные в секции, прикрепленной к корпусу вагона |
| 2 | **G** | Секции, сборочные узлы, оборудование и компоненты, установленные на тележке ва- |
| 3 | **H** | Сборочные узлы, оборудование и компоненты, установленные на оси вагона |

**Рисунок В.1 – Общее расположение оборудования в вагонах**

**Приложение Г**
*(справочное)*

**Пример протокола испытания**

Нижеуказанное оборудование было испытано согласно требованиям, изложенным в СТ РК МЭК __: Подвижной состав железных дорог. Оборудование подвижного состава. Испытания на вибрацию и удар.

**ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ:**

**ТИП ОБОРУДОВАНИЯ №**

**НАИМЕНОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ:**

**ВЫПУСК/МОДИФИКАЦИЯ:** **СЕРИЙНЫЙ №**

**ОТЧЕТ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ №**
**ДАТА ОТЧЕТА:**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ К ИСПЫТАНИЮ ИЗДЕЛИЯ №:**

Комментарии:

1) Испытательная лаборатория ..... Должность Дата

2) Производитель ..... Должность..... Дата

**УДК 625.143.52** **МКС 45.060**

**Ключевые слова:** железнодорожное оборудование, сборочные узлы, компоненты, вибрация, удар, условия приема, изготовление, размеры, допуски размеров, диаграммы, испытания

Басуға _____ж. қол қойылды Пішімі 60х84 1/16
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «KZ Times New Roman»,
«Times New Roman»
Шартты баспа табағы 1,86. Таралымы ____ дана. Тапсырыс ____

«Қазақстан стандарттау және сертификаттау институты»
республикалық мемлекеттік кәсіпорны
010000, Астана қаласы, Есіл өзенінің жағалауы, № 35 көше, 11 үй,
«Эталон орталығы» ғимараты
Тел.: 8 (7172) 240074

gost.e-ecolog.ru