

**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

---

Вибрация  
**Определение параметров виброактивности  
самоходных машин**

**Межгосударственный Совет  
по стандартизации, метрологии и сертификации  
Минск**

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 "Вибрация и удар"

ВНЕСЕН Госстандартом России

2 ПРИНЯТ Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № от )

За принятие проголосовали:

Наименование государства	Наименование национального органа по стандартизации
Азербайджанская Республика	Азгосстандарт
Республика Армения	Армгосстандарт
Республика Беларусь	Госстандарт Республики Беларусь
Грузия	Грузстандарт
Республика Казахстан	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызская Республика	Кыргызстандарт
Республика Молдова	Молдовастандарт
Российская Федерация	Госстандарт России
Республика Таджикистан	Таджикгосстандарт
Туркменистан	Главгосинспекция "Туркменстандартлары"
Республика Узбекистан	Узгосстандарт
Украина	Госстандарт Украины

3 Настоящий стандарт соответствует ЕН 1032-2002 "Вибрация. Испытания самоходных машин с целью определения параметров производимой вибрации "

© ИПК Издательство стандартов,

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Технического секретариата Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации

## Содержание

Введение

- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Термины и определения
- 4 Описание класса машин, охватываемых испытательным кодом
- 5 Характеристики вибрации
- 6 Требования к средствам измерения
- 7 Рабочие условия и условия испытаний
- 8 Процедура измерений и контроль достоверности получаемых результатов
- 9 Определяемый параметр виброактивности
- 10 Протокол испытаний

Приложение А (рекомендуемое) Требования, которые могут содержаться в испытательном коде по вибрации

Приложение В (справочное) Функции частотной коррекции

Приложение С (справочное) Возможные источники ошибок при проведении измерений

Приложение D (рекомендуемое) Альтернативный метод определения параметра виброактивности для машины, на которую могут устанавливаться сиденья разных моделей

Приложение E (рекомендуемое) Разработка метода испытаний для специальных категорий машин с использованием искусственно созданного участка испытательного пути

Приложение F (рекомендуемое) Разработка метода испытаний для специальных категорий машин с использованием естественного участка испытательного пути

Приложение G (справочное) Библиография

## Введение

Воздействие вибрации, производимой движущейся машиной, может оказать влияние на степень комфорта и эффективность работы оператора, а в некоторых случаях и на его здоровье и безопасность. В ГОСТ 12.1.012 установлено, что изделия машиностроения должны быть спроектированы и изготовлены таким образом, чтобы риск, возникающий от производимой ими вибрации, был сведен к минимуму, а в случаях, когда, несмотря на принимаемые меры, полностью избежать вредного воздействия вибрации не удастся, изготовитель соответствующим образом уведомить об этом потенциального потребителя. Там же установлено, что в технической документации на потенциально виброопасную машину должна быть определена характеристика производимой машиной вибрации. Настоящий стандарт посвящен методам измерения таких характеристик для самоходных машин. Знание параметров общей и локальной вибрации, производимой разными машинами, позволяет потребителю ориентировочно оценить значение суточного воздействия вибрации на оператора машины в конкретных условиях ее применения и выбрать машину с более низким уровнем вибрации.

Чем выше уровень вибрации, создаваемый работающей машиной, тем большую опасность она представляет с точки зрения безопасности и комфорта оператора. Однако интегральный параметр вибрации, такой, как среднее квадратическое значение виброускорения, не всегда может служить адекватной мерой оценки этой опасности. В ряде случаев (например, когда в сигнале вибрации присутствуют отчетливо выраженные ударные импульсы) испытательный код по вибрации может установить другой метод оценки вибрационного воздействия. В настоящем стандарте требования к оценке параметров ударных импульсов не рассматриваются.

Положения настоящего стандарта предназначены для использования при составлении испытательных кодов для машин конкретных видов. Требования, включаемые в испытательный код, определяются спецификой машины. При разработке испытательных кодов в целях заявления вибрационной характеристики машины важно определить метод сбора представительных данных вибрации, выявить пределы и причины их нестабильности, определить границы применимости метода испытаний и оценить воспроизводимость его результатов.

Испытательные коды по вибрации могут быть использованы в различных целях, например, для реализации требований законодательства, при заключении торговых соглашений, при оценке условий работы, для снижения виброактивности машин и др.



**МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ****Вибрация.****Определение параметров виброактивности самоходных машин**

Mechanical vibration. Testing of mobile machinery in order to determine the vibration emission value

**Дата введения****1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает требования к оценке общей и локальной вибрации, производимой самоходной машиной (далее – машиной) на рабочем месте оператора в процессе ее испытания. Настоящий стандарт совместно с ГОСТ 12.1.012 служат основой для разработки испытательных кодов по вибрации для машин конкретных видов. Испытания в соответствии с испытательными кодами по вибрации проводят с целью

- определения изготовителем вибрационной характеристики машины и ее заявления в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012;
- сравнения потребителем параметров вибрационной активности различных машин;
- подтверждения третьей стороной вибрационной характеристики машины, заявленной изготовителем.

Испытательные коды по вибрации, разработанные на основе настоящего стандарта, должны устанавливать методы измерений, позволяющие получить точные и воспроизводимые результаты, которые, по возможности, будут сопоставимы с результатами измерений в реальных условиях эксплуатации. В приложении А перечислены требования, которые необходимо включать в испытательный код по вибрации.

При отсутствии испытательного кода по вибрации для машины определенного класса испытания проводят в соответствии с настоящим стандартом. При этом под-

робности испытаний, которые обычно устанавливаются в испытательном коде, должны быть отражены в протоколе испытаний (см. раздел 10).

Настоящий стандарт распространяется на общую и локальную поступательную вибрацию всех видов (периодическую, случайную, переходную), действующую на оператора машины со стороны подушки сиденья, опоры для ног и органов управления. Стандарт не распространяется на вибрацию, действующую со стороны спинки сиденья оператора, а также на угловую вибрацию.

Настоящий стандарт не предназначен для использования при оценке воздействия вибрации на водителя (оператора) машины при выполнении им рабочего задания. Соответственно, в нем не установлены какие-либо предельные или рекомендуемые значения параметров производимой вибрации.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.012- Вибрационная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.4.012- (ИСО 8041-2003) Вибрация. Средства измерения вибрации, воздействующей на человека. Общие требования.

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

ГОСТ 24346-80 Вибрация. Термины и определения.

ГОСТ (ИСО 2631-1-97) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ ИСО 5347 (все части) Методы калибровки датчиков вибрации и удара.

ГОСТ ИСО 5348-2002 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров.

ГОСТ (ИСО 5349-1-2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования.

ГОСТ (ИСО 5349-2-2001) Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 2. Требования к проведению измерений на рабочих местах.

ГОСТ (ИСО 10326-1-92) Вибрация. Оценка вибрации сидений транспортных средств по результатам лабораторных испытаний. Часть 1. Общие требования.

### 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применяют термины по ГОСТ 12.1.012, ГОСТ 12.4.012 и ГОСТ 24346, а также следующие.

**3.1 режим работы:** Выполняемое самоходной машиной задание, для которого определяется значение вибрационной характеристики

Пример – Передвижение, буксировка, подъем груза, выемка грунта.

**3.2 рабочие условия:** Эксплуатационные параметры и факторы внешней среды, оказывающие влияние на виброактивность машины в заданном режиме работы

Пример – Скорость передвижения, поверхность передвижения, вес груза, вид вынимаемого грунта.

### 4 Описание класса машин, охватываемых испытательным кодом

В испытательном коде должен быть точно указан класс машин, на которые распространяется его действие. При описании конструкции машин в испытательном коде должны быть указаны

- любое дополнительное оборудование, используемое при работе машины и оказывающее влияние на ее виброактивность;
- правила выбора устройств и узлов машины, например, шин или сидений, которые могут оказать влияние на виброактивность машины и которые должны быть использованы при определении параметров виброактивности.

Если по каким-либо причинам невозможно составить единый испытательный код для всего класса машин в целом, тогда следует разделить этот класс на подклассы, требующие разных условий проведения испытаний, и для каждого из подклассов составить свой испытательный код.

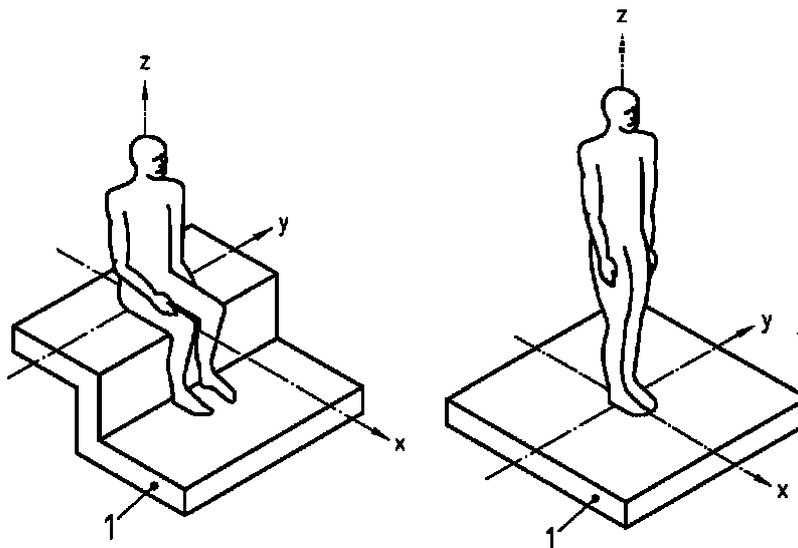
### 5 Характеристики вибрации

#### 5.1 Направление действия вибрации

**5.1.1** Поступательная общая вибрация, воздействующая на тело человека, задается соответствующим направлением в ортогональной системе координат (см. рисунок 1).

Обычно при оценке воздействия вибрации на человека координатную систему связывают с его опорно-двигательным аппаратом в нормальном анатомическом положении. Для такой системы координат характерны следующие направления осей:

- ось  $x$ : от спины к груди;
- ось  $y$ : от правого бока к левому;
- ось  $z$ : от ног (или ягодиц) к голове.



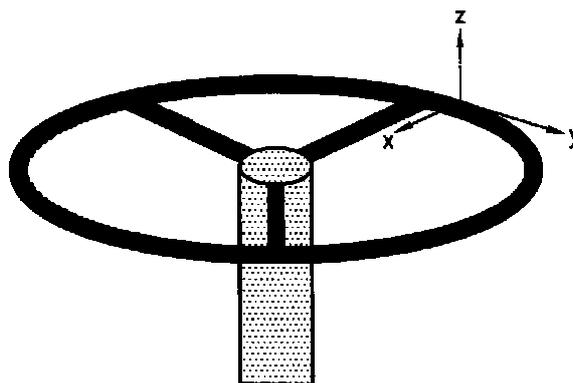
1 – опорная поверхность

**Рисунок 1 — Направления осей базицентрической системы координат**

**5.1.2** Поступательная локальная вибрация от рулевого колеса определяется в системе координат, связанной с этим колесом:

- ось  $x$ : в радиальном направлении;
- ось  $y$ : в тангенциальном направлении к ободу рулевого колеса;
- ось  $z$ : в направлении, перпендикулярном осям  $x$  и  $y$ .

Направления координатных осей показаны на рисунке 2.



**Рисунок 2 — Направления измерений на рулевом колесе**

В машинах некоторых видов вместо рулевого колеса используются другие устройства управления. В этом случае направления координатных осей должны быть определены в соответствующем испытательном коде.

Если помимо рулевого колеса измерения должны быть сделаны на других органах управления (например, рычагах), направления координатных осей также должны быть определены в соответствующем испытательном коде.

## **5.2 Точки измерений**

**5.2.1** При измерениях общей вибрации точки измерения должны располагаться как можно ближе к той области, где вибрация передается на тело человека.

а) При измерении вибрации, передающейся через сиденье, датчик вибрации устанавливают на полужестком диске (см. 6.2), который размещают на поверхности сиденья таким образом, чтобы датчик находился посередине между сидалищными буграми сидящего человека. Из соображений комфорта допускается, чтобы центр диска находился немного впереди (до 5 см) сидалищных бугров.

б) При измерении вибрации, действующей на ноги человека, датчик вибрации размещают на опорной поверхности посередине между сводами его ступней (см. рисунок 1 для положения стоя).

**5.2.2** При измерениях локальной вибрации точки измерения должны располагаться как можно ближе к той области, где вибрация передается на руки человека.

Измерения на рулевом колесе должны быть проведены в точках около кистей рук, которые держат руль таким образом, как это обычно имеет место при управлении машиной.

Если испытательный код требует проведения измерений на других органах управления (например, рычагах), эти измерения должны быть выполнены в точках как можно более близких к кистям рук при их обычном положении в процессе управления этими органами.

### 5.3 Измеряемая характеристика

Основным параметром, измеряемым в целях описания виброактивности машины, является среднее квадратическое значения скорректированного виброускорения  $a_w$ , м/с<sup>2</sup>:

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

где

$a_w(t)$  - сигнал виброускорения, измеренный на интервале времени  $[0, T]$ .

Требования к значению времени интегрирования  $T$  указаны в 6.4. Если в испытательном коде не указано иное, при проведении измерений должны быть использованы следующие функции частотной коррекции:

- $W_d$  и  $W_k$  для общей вибрации по ГОСТ (ИСО 2361-1);
- $W_h$  для локальной вибрации по ГОСТ (ИСО 5349-1).

Диапазон частот измерений определяется видом частотной коррекции.

В приложении В для сведения приведены функции частотной коррекции для общей,  $W_d$  и  $W_k$ , и локальной,  $W_h$ , вибрации.

Параметр  $a_w$  может быть также получен на основе результатов измерения виброускорений в третьоктавных или узких полосах частот соответствии с ГОСТ (ИСО 2631-1) для общей и ГОСТ (ИСО 5349-1) для локальной вибрации.

Анализ в узких полосах частот рекомендуется проводить, кроме того, для проверки правильности проведения измерений, а также для получения дополнительной информации с целью улучшения конструкции машины.

При измерениях локальной вибрации следует контролировать, не оказывают ли влияние на измеряемую вибрацию собственные движения оператора (например, при управлении им машиной посредством рулевого колеса). Если такое влияние имеет место, следует либо ограничить движения оператора, либо использовать для анализа только те участки записи сигнала, где этого влияния нет (например, прямолинейные участки пути).

## 5.4 Измерения трехкомпонентной вибрации

Как правило, измерения необходимо выполнять в трех направлениях действия вибрации. При этом должны быть определены следующие параметры вибрации:

— для общей вибрации:  $a_{wx}, a_{wy}, a_{wz}, a_{wmax} = \max\{k_x a_{wx}, k_y a_{wy}, k_z a_{wz}\}$ ;

— для локальной вибрации:  $a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}, a_{hv} = [a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2]^{1/2}$

где

$a_{wx}, a_{wy}$  и  $a_{wz}$  (для локальной вибрации соответственно  $a_{hwx}, a_{hwy}$  и  $a_{hwz}$ ) - средние квадратические значения скорректированного виброускорения в направлениях  $x, y$  и  $z$  соответственно;

$k_x, k_y$  и  $k_z$  - коэффициенты, соответствующие данному виду частотной коррекции, по ГОСТ (ИСО 2631-1). В случае применения функций частотной коррекции  $W_d$  и  $W_k$  значения этих коэффициентов равны, соответственно, 1,4; 1,4 и 1.

Если известно, что для данной машины имеется доминирующее направление вибрации, в испытательном коде по вибрации может быть установлено, что вибрацию измеряют только в одном направлении, с указанием этого направления. При этом для локальной вибрации под значением  $a_{hv}$  понимают среднее квадратическое значение вибрации в этом направлении.

Направление действия вибрации можно считать доминирующим, если среднее квадратическое значение скорректированного виброускорения в каждом из двух других направлений будет составлять менее 66 % данного значения в доминирующем направлении. При измерении вибрации в каждом направлении следует использовать соответствующие весовые коэффициенты  $k_x, k_y$  и  $k_z$ .

## 6 Требования к средствам измерения

### 6.1 Общие положения

Если в испытательном коде не установлено иное, требования к динамическому диапазону измерений, коэффициенту преобразования, точности, линейности, перегрузке измерительной системы должны соответствовать ГОСТ 12.4.012.

В состав измерительной системы могут входить:

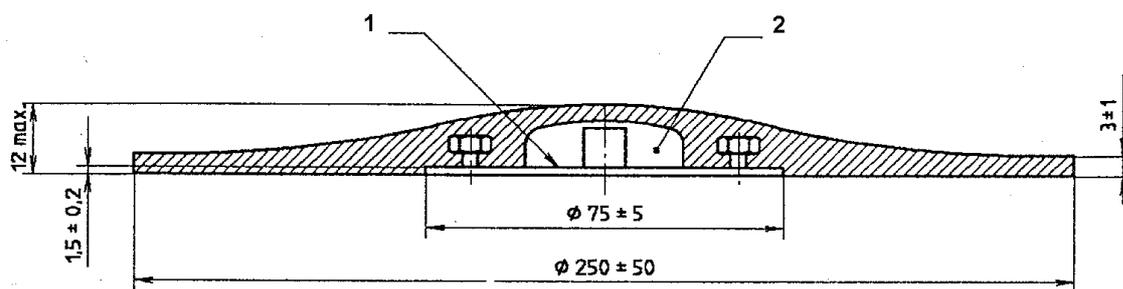
- датчики вибрации (обычно акселерометры);
- согласующие усилители и фильтры;

- устройства телеметрии (необязательный элемент);
- устройства записи и измерения.

## 6.2 Установка датчиков

Для измерений параметров виброактивности обычно используют акселерометры. Установка акселерометров должна быть выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО 5348 и инструкцией изготовителя. Датчики, предназначенные для измерения вибрации в одной точке, но разных направлениях должны быть установлены как можно ближе друг к другу. При измерении локальной вибрации особое внимание следует уделить тому, чтобы на измеряемую величину не оказывали существенного влияния ни масса датчика вместе с устройством его крепления, ни какие-либо местные резонансы измерительной системы (более подробные сведения приведены в ГОСТ (ИСО 5349-2)).

Датчики для измерений на подушке сиденья должен быть закреплены в центре полужесткого установочного диска, как определено в ГОСТ (ИСО 10326-1) (см. рисунок 3).



- 1 – тонкий металлический диск для установки акселерометра;  
2 – полость для установки акселерометра;

**Рисунок 3 — Полужесткий установочный диск**

Диск должен быть минимально возможной толщины, изготовлен из литой резины или пластмассы твердостью примерно 80-90 единиц по шкале А дюрометра.

Направление оси чувствительности акселерометра должно совпадать с направлением базисцентрической системы координат. Однако, поскольку на практике точного совмещения добиться сложно, допускается расхождение между указанными осями на угол не более  $\pm 15^\circ$ .

Датчик, используемый для измерения вибрации у ног стоящего оператора, жестко закрепляют на рабочей платформе. Если эта платформа покрыта упругим ма-

териалом, датчик можно установить в середине жесткой металлической пластины размером 300×400 мм, на которую при испытании встает оператор.

Датчик, используемый для измерения локальной вибрации на рулевом колесе, должен быть жестко к нему прикреплен, например, посредством нарезанной шпильки или хомута. Общая масса акселерометров и систем крепления (шпилек или хомутов) не должна превышать 50 г (лучше - 30 г). Способ крепления следует выбирать таким образом, чтобы минимизировать расстояние между акселерометрами и вибрирующей поверхностью рулевого колеса, которое не должно превышать 15 мм.

Рекомендуется закреплять кабель, идущий от датчика, вдоль спицы рулевого колеса, чтобы избежать его закручивания вдоль рулевой колонки.

В испытательном коде по вибрации могут быть установлены другие требования к креплению датчиков, используемому установочному диску или адаптерам.

### **6.3 Частотные фильтры**

Фильтр частотной коррекции, используемый для получения параметра виброактивности машины, состоит из двух частей:

- a) полосового фильтра, который определяет поведение характеристики в области нижней и верхней частот перехода функции частотной коррекции;
- b) весового фильтра, который определяет весовую характеристику для сигнала ускорения в диапазоне от 0,5 до 80 Гц для общей и в диапазоне от 6,3 до 1250 Гц для локальной вибрации<sup>1)</sup>.

Если в отношении общей вибрации установлено, что для данного вида машин вибрация в диапазоне ниже 1 Гц незначительна, в испытательном коде диапазон частот измерений может быть ограничен до 1-80 Гц (для испытаний с моделированием рабочих условий в испытательном коде может быть установлен еще меньший диапазон частот). Если диапазон измерений отличается от стандартного (от 0,5 до 80 Гц), соответствующим образом должны быть изменены частоты среза полосового фильтра.

Частотная коррекция может быть реализована как во временной, так и в частотной области. В последнем случае могут быть использованы третьоктавные фильтры по ГОСТ 17168.

---

<sup>1)</sup> Здесь и далее диапазоны частот определены как последовательность третьоктавных полос, а границы диапазонов заданы через среднегеометрические частоты этих полос.

Требования к средствам измерения, реализующим данные виды коррекции, аналитические выражения для фильтров и таблицы значений коэффициентов коррекции приведены в ГОСТ 12.4.012.

#### **6.4 Время интегрирования**

Для получения среднего квадратического значения сигнала следует использовать интегрирующее устройство, реализующее процедуру линейного интегрирования (см. ГОСТ 12.4.012). Время интегрирования должно быть определено в соответствующем испытательном коде и включать, по крайней мере, один цикл работы испытываемой машины.

Продолжительность измерений должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить необходимую статистическую точность измерений. Общее время проведения измерений следует занести в протокол испытаний.

При передвижении машины по участку пути время интегрирования должно быть возможно большим и составлять не менее 180 с для измерений общей вибрации и 12 с для измерений локальной вибрации. В случае использования искусственно созданного участка эти значения могут быть меньше и должны быть установлены в испытательном коде по вибрации.

#### **6.5 Влияние внешних факторов**

В отношении влияния внешних факторов средства измерения вибрации должны удовлетворять требованиям ГОСТ 12.4.012.

#### **6.6 Калибровка измерительной цепи**

До и после проведения последовательности измерений коэффициент передачи измерительной цепи в целом должен быть проверен с помощью вибровозбудителя, воспроизводящего вибрацию с заданным ускорением на заданной частоте.

Кроме того, важно периодически проводить контроль измерительной цепи на других частотах по всему диапазону частот измерений.

Помимо периодических проверок (например, раз в два года), необходимо проводить калибровку средств измерений всякий раз, как какое-нибудь из них подвергнется грубому обращению. Все результаты калибровок должны быть зафиксированы.

Датчики вибрации калибруют в соответствии с ГОСТ ИСО 5347. Измерительную цепь в целом калибруют в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.012.

## **6.7 Дополнительные средства измерения**

В процессе испытаний может потребоваться проведение измерений, помимо вибрации, других величин, например, скорости передвижения машины. Требования к соответствующим средствам измерения должны быть указаны в испытательном коде.

## **6.8 Контроль правильности применения средств измерений**

Результаты измерений вибрации могут быть искажены грубыми ошибками в применении средств измерений. Некоторые из источников таких ошибок приведены в приложении С.

# **7 Рабочие условия и условия испытаний**

## **7.1 Общие положения**

В испытательном коде по вибрации должны быть четко определены вид машины, ее оборудование, а также количественные характеристики рабочих условий, при которых проводят измерения вибрации. Значения рабочих характеристик и условия испытаний, указанные в испытательном коде, должны обеспечить воспроизведение такой вибрации, чтобы значение определяемого параметра виброактивности машины соответствовало квантилю порядка 0,75 распределения этих значений в реальных условиях применения машины в режиме работы, когда ее виброактивность максимальна.

Примечание – Рабочие условия, обеспечивающие высокую вибрацию на сиденье оператора, могут отличаться от тех, что обеспечивают высокую вибрацию на рулевом колесе.

## **7.2 Машина и оборудование**

### **7.2.1 Общие положения**

Измерения проводят на новой машине, обеспеченной соответствующим техническим обслуживанием. Если измерения проводят на одной машине с целью распространения результатов измерений на весь класс машин, ее оборудование должно быть типичным для машин этого класса. Если измерения проводят для оценки виброактивности машины специфической конструкции или уникальной машины, эта конструкция должна быть подробно описана.

### **7.2.2 Нагрузка**

Как правило, максимальная вибрация наблюдается в случае, когда машина работает без нагрузки. Поэтому при проведении испытаний обычно используют режим работы без нагрузки.

Если, тем не менее, испытательный код предписывает применение нагрузки, в нем должны быть определены верхний предел нагрузки и отрицательный допуск на нее. Кроме того, должно быть указано место приложения нагрузки.

### **7.2.3 Шины**

Если колеса машины снабжены шинами, эти шины должны быть новыми, а их тип должен соответствовать рекомендациям изготовителя машины. В случае применения пневматических шин давление воздуха в них должно соответствовать инструкции изготовителя. Это давление следует проверять до и после проведения испытаний, а результаты измерений заносить в протокол испытаний. Если разность в измерениях, проведенных до и после испытаний, превысит 10 %, испытания следует повторить.

Если для данной машины изготовителем допускается применение шин различного типа (например, пневматических, эластичных, подушечных), это может оказать влияние на производимую машиной вибрацию. По возможности в испытательный код не следует включать требование проведения испытаний для каждого типа шин. Однако, если влияние типа шин на вибрацию существенно, тогда, помимо испытаний для основного типа шин, для каждого альтернативного типа должно быть проведено по одной серии измерений.

### **7.2.4 Рельсы и колеса**

Если машина передвигается по рельсам, необходимо использовать новые колеса и рельсы, геометрия которых должна контролироваться.

### **7.2.5 Рабочее место оператора**

Если машина допускает два способа установки рабочего места оператора (например, кабины) - подрессоренное и неподрессоренное, - измерения должны быть проведены для каждого способа.

Положение рабочего места оператора может оказать влияние на виброактивность машины. Если рабочее место оператора может перемещаться, тогда в испытательном коде может быть установлено требование проведения измерений для различных положений рабочего места, чтобы определить то, при котором виброактивность машины максимальна.

### **7.2.6 Сиденья**

Сиденье (или сиденья) должно быть отрегулировано таким образом, чтобы оператору удобно было работать с органами управления. Если машина оборудована сиденьем с подвеской, подвеска должна быть так отрегулирована по весу оператора, чтобы риск ударов о верхний и нижний ограничители хода подвески был минимален. Если на машину могут быть установлены сиденья разных видов, измерения вибрации следует проводить для сидений каждого вида.

В случае преобладания вибрации в направлении  $z$  наиболее экономически выгодным является измерение вибрации методом, изложенным в приложении D. Однако прежде чем обратиться к этому методу следует провести предварительные испытания, чтобы убедиться, что данный альтернативный метод и прямые измерения, проведенные для машины, оборудованной разными моделями кресел, дают одинаковые результаты.

### **7.2.7 Орудия (включая устройства сцепки)**

Орудие, навешиваемое на машину, может оказать влияние на ее виброактивность. Поэтому машина, снабженная орудиями, должна испытываться вместе с ними. По возможности в испытательном коде следует избегать требования испытывать машину со всеми возможными типами применяемых орудий. Однако там, где выбор орудия оказывает существенное влияние на виброактивность машины, испытания следует проводить для орудий различного типа.

### **7.2.8 Рулевое колесо (органы управления)**

Лицо, управляющее машиной посредством рулевого колеса (органов управления), должно обхватывать его с силой, обеспечивающей надежное управление машиной. В процессе измерений оператор должен постоянно сохранять управление машиной.

Важно, чтобы управление машиной могло осуществляться безопасным образом без каких-либо затруднений (например, связанных с неплотной посадкой рулевого колеса).

## **7.3 Рабочие условия и испытательный участок**

В испытательном коде могут быть определены искусственные или упрощенные рабочие условия для проведения испытаний, если предварительными исследованиями установлено, что данные условия представительны с точки зрения виброактивности машины.

Если рабочими условиями, при которых наблюдается максимально производимая вибрация, является передвижение машины по участку пути, поверхность такого участка должна быть представительной с точки зрения реальных условий работы машины. Это может быть достигнуто использованием естественного или искусственно созданного испытательного участка. Рекомендации по разработке методов испытаний с использованием естественных или искусственно созданных участков передвижения даны в приложениях Е и F. Если для конкретной категории машин (например, путеукладчика) ни один из этих методов не подходит, в испытательном коде по вибрации может быть установлен другой метод, при условии, что он удовлетворяет требованиям представительности и воспроизводимости.

При использовании искусственно созданного пути его характеристики (длина, неровность поверхности, число, размер и жесткость препятствий) должны быть точно определены в испытательном коде.

При использовании естественного участка в соответствии с рекомендациями приложения F в испытательном коде должны быть установлены требования к выбору этого участка и месту нахождения контрольной точки.

Если максимальная вибрация возникает не при движении машины, а при выполнении ею другого рабочего процесса, в испытательном коде должен быть установлен рабочий цикл этого процесса. В испытательном коде должно быть указано, что характеристику виброактивности необходимо определять для полного рабочего цикла машины, и приведено число рабочих циклов, по которому должны быть усреднены результаты измерений.

#### **7.4 Операторы**

Машина может быть оснащена сиденьем, для которого определен коэффициент передачи SEAT (см. ГОСТ (ИСО 10326-1)). В этом случае испытания могут быть проведены с одним оператором массой  $80_{-10}^0$  кг (см. приложение D).

Испытательный код может допускать, чтобы машина была оборудована сиденьем, коэффициент SEAT для которого неизвестен. Если такое сиденье имеет подвеску с пружинами и демпферами, испытания должны быть проведены с двумя операторами массой 55 и 98 кг, после чего находится арифметическое среднее результатов измерений, которое и заносится в протокол испытаний. Чтобы удовлетворить требования по массе оператора допускается использование дополнительных масс (например, ремней с утяжелениями) - до 5 кг для легкого оператора и до 8 кг

для тяжелого. Если сиденье не снабжено механизмом подвески с пружинами и демпферами, испытание может быть проведено с одним оператором массой  $80^{0}_{-10}$  кг.

### **7.5 Условия внешней среды**

Испытания проводят в условиях, наиболее типичных для предполагаемого применения машины. Экстремальных условий, таких как жара, холод, дождь, грязь, следует избегать. Измерения проводят в диапазоне температур от 5 до 30 °С. Преобладающие условия испытаний должны быть описаны в протоколе испытаний.

Примечание – При испытании машин с большими пневматическими шинами может потребоваться введение более жестких ограничений по диапазону температур.

## **8 Процедура измерений и контроль достоверности получаемых результатов**

### **8.1 Процедура измерений**

До начала измерений машину, включая шины, следует прогреть не менее 10 мин до тех пор, пока не будут достигнуты нормальные рабочие условия; при этом машина должна передвигаться, а подвеска сиденья (если она есть) работать.

Для каждого вида оборудования (например, набора шин, типа кабины и сиденья), для которого должны быть получены результаты измерений, проводят одну серию испытаний.

Измерения для определения параметров вибрации повторяют для выбранного рабочего режима для получения одной серии испытаний. Если рабочим режимом является передвижение машины, серия испытаний должна включать N проходов машины по испытательному участку, которые, при необходимости, следует повторить с участием второго оператора. В случае применения метода, описанного в приложении F, требования, изложенные в 8.2, не применяют.

Примечание – В случаях, когда для машины типичны несколько режимов работы (например, для погрузчика, у которого рабочими режимами являются подъем груза и передвижение), испытательный код может потребовать проведение измерений и заявления характеристики виброактивности для каждого режима. Такое может, в частности, иметь место, когда режим максимальной виброактивности будет раз-

ным для разных машин одного класса. Такие характеристики должны быть даны по отдельности, и объединять их не следует.

## 8.2 Контроль достоверности результатов для испытаний на искусственно созданном участке

### 8.2.1 Среднее значение

Для серии испытаний, включающей  $N$  проходов или рабочих циклов машины, определяют среднее значение  $\bar{a}$  для каждого направления измерений:

$$\bar{a} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N a_i, \quad (2)$$

где

$a_i$  - измеренное значение ( $a_{wmaxi}$  для общей и  $a_{hvi}$  для локальной вибрации)

для  $i$ -го прохода или рабочего цикла.

### 8.2.2 Коэффициент вариации

Коэффициент вариации  $C_V$  для серии испытаний определяется как отношение стандартного отклонения измеряемой величины к среднему значению  $\bar{a}$ :

$$C_V = \frac{s_{N-1}}{\bar{a}}, \quad (3)$$

где

$s_{N-1} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (a_i - \bar{a})^2}$  - стандартное отклонение;

$\bar{a}$ ,  $a_i$ ,  $N$  - то же, что и в 9.2.1.

### 8.2.3 Критерий достоверности результатов испытаний

В испытательном коде по вибрации устанавливают минимальное число проходов  $N$  и максимально допустимое значение  $C_V$ . Измерения следует продолжать до тех пор, пока не будут получены достоверные результаты испытаний одновременно по всем трем направлениям измерений.

## 9 Определяемый параметр виброактивности

### 9.1 Регистрируемый параметр вибрации

Для машин, у которых оператор работает в положении стоя, регистрируемым параметром общей вибрации является среднее по  $N$  средним квадратическим значениям скорректированного виброускорения, каждое из которых получено в серии ис-

пытаний измерениями на месте опоры ног оператора. Для машин, где оператор работает сидя, регистрируемым параметром общей вибрации является среднее по  $N$  средним квадратическим значениям скорректированного виброускорения, каждое из которых получено в серии испытаний измерениями на подушке сиденья под оператором.

Если испытания проводят с участием двух операторов (см. 7.4), регистрируемым параметром общей вибрации является среднее от двух значений, полученных усреднением по  $N$  средним квадратическим значениям скорректированного виброускорения на подушке сиденья под оператором.

Если на машину могут быть установлены разные модели сидений, параметр виброактивности должен быть определен для каждой модели сиденья (см. 8.2.6 и приложение D).

Регистрируемым параметром локальной вибрации является среднее по  $N$  значениям полной вибрации, каждое из которых получено в серии испытаний измерениями на рулевом колесе или органе управления.

При использовании метода, описанного в приложении F, регистрируемая величина определяется по прямой уравнения регрессии между значениями параметра вибрации в контрольной точке и в точке измерения параметра виброактивности.

Для параметра общей вибрации следует указать, получено ли регистрируемое значение с использованием коэффициентов  $k_x$ ,  $k_y$  и  $k_z$ .

## 9.2 Заявление параметра вибрации

Параметр виброактивности, определенный в соответствии с настоящим стандартом, должен быть заявлен изготовителем машины в соответствии с ГОСТ 12.1.012.

Заявляемый параметр должен соответствовать квантилю порядка 0,75 значений, полученных при работе машины в разных типичных условиях (характеристики поверхности грунта, скорости передвижения и т.д.). При определении заявляемого значения первым шагом является выбор режима работы, для которого виброактивность машины будет максимальной. Второй шаг – определение квантиля порядка 0,75 значений параметра вибрации, наблюдаемой в данном режиме работы.

Стандартное отклонение воспроизводимости  $\sigma_R$ , на основании которого в соответствии с ГОСТ 12.1.012 определяется параметр неопределенности метода  $K$ , должно быть получено в процессе разработки испытательного кода (например, при

обработке результатов испытаний, когда устанавливается значение квантиля порядка 0,75). Обычно для этого необходима организация межлабораторных испытаний одних и тех же экземпляров машин.

### **9.3 Подтверждение заявленного параметра вибрации**

Изготовитель должен заявлять параметр виброактивности таким образом, чтобы это значение могло быть подтверждено в соответствии с ГОСТ 12.1.012. В процессе подтверждения заявленного значения должен использоваться тот же метод испытаний для тех же рабочих условий, которые использовались при получении заявляемого параметра.

## **10 Протокол испытаний**

Данные, которые необходимо включать в протокол испытаний, должны быть определены в испытательном коде по вибрации. Как минимум, в него должны быть включены следующие данные:

- a) ссылка на соответствующий испытательный код;
- b) характеристики измеряемого объекта (изготовитель, модель и серийный номер машины, тип сиденья, шин, орудия, кабины и т.д.);
- c) рабочие условия и условия испытаний (включая значение скорости передвижения, вид и характеристики поверхности испытательного участка, время каждого прохода и общее их число);
- d) организация, проводившая измерения (например, испытательная лаборатория, изготовитель);
- e) дата проведения измерений и лицо, ответственное за проведение испытаний;
- f) используемые средства измерения (с указанием времени интегрирования, используемого для получения оценки параметра вибрации);
- g) точка установки датчика вибрации, направления измерений, местоположение оператора;
- h) если применялся метод измерений из приложения F для передвижения по естественному испытательному участку, вид уравнения регрессии между средним квадратическим значением скорректированного виброускорения в контрольной точке и в точке, где измеряется параметр виброактивности машины, а также диапазон скоростей передвижения, для которого эта регрессия была построена (см. рисунок F.2);

- i) измеренные параметры вибрации: среднее квадратическое значение скорректированного виброускорения, доминирующее направление действия вибрации и значения вибрации по каждому из направлений (если необходимо), третьоктавные и узкополосные спектры вибрации (если их измерения проводились). Измеренные значения являются основой для заявления параметра виброактивности машины.

Испытательные коды могут включать дополнительные требования в отношении информации, включаемой в протокол испытаний. Если испытательного кода для данного вида машин не существует, ссылка должна быть сделана на настоящий стандарт.

Примечание – Там, где существует отчетливое различие в производительности машин при выполнении ими предписанных заданий, в испытательном коде может быть рекомендовано представлять в дополнение к заявляемому в соответствии с ГОСТ 12.1.012 параметру вибрации также и данные, характеризующие производительность работы машины (скорость, объем выработки и т.д.).

Любые отклонения от испытательного кода или от основополагающего стандарта (стандартов), на которых испытательный код основывается, должны быть отражены вместе с обоснованием, почему такие отклонения были допущены.

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Требования, которые могут содержаться в испытательном коде по  
вибрации**

В настоящем приложении не содержатся какие-либо дополнительные нормативные требования, а только дана некоторая вспомогательная информация. В нем перечислены разделы настоящего стандарта с указанием дополнительных требований, которые могут быть установлены в испытательных кодах по вибрации.

- a) Измерения многокомпонентной вибрации (см. 5.4), в том числе:
  - определение доминирующего направления вибрации, если такое существует.
- b) Требования к средствам измерения (см. 6.1), в том числе:
  - определение дополнительных требований к средствам измерений, если они выходят за рамки ГОСТ 12.4.012.
- c) Установка датчиков вибрации (см. 6.2), в том числе:
  - специальные требования к установке датчиков;
  - специальные требования к форме установочного диска;
  - масса акселерометров вместе с устройствами крепления или адаптерами, устанавливаемые на рулевом колесе или органах управления;
  - местоположение датчиков, используемых для измерения параметра виброактивности;
  - местоположение датчиков, используемых при измерениях в контрольной точке (в случае проведения измерений на машине, движущейся по естественному участку пути);
  - допуски на местоположения датчиков вибрации.
- d) Фильтр частной коррекции (см. 6.3), в том числе:
  - диапазон частот, если он меньше стандартного диапазона от 0,5 до 80 Гц для общей вибрации.
- e) Время интегрирования (см. 6.4), в том числе:
  - используемое время интегрирования.

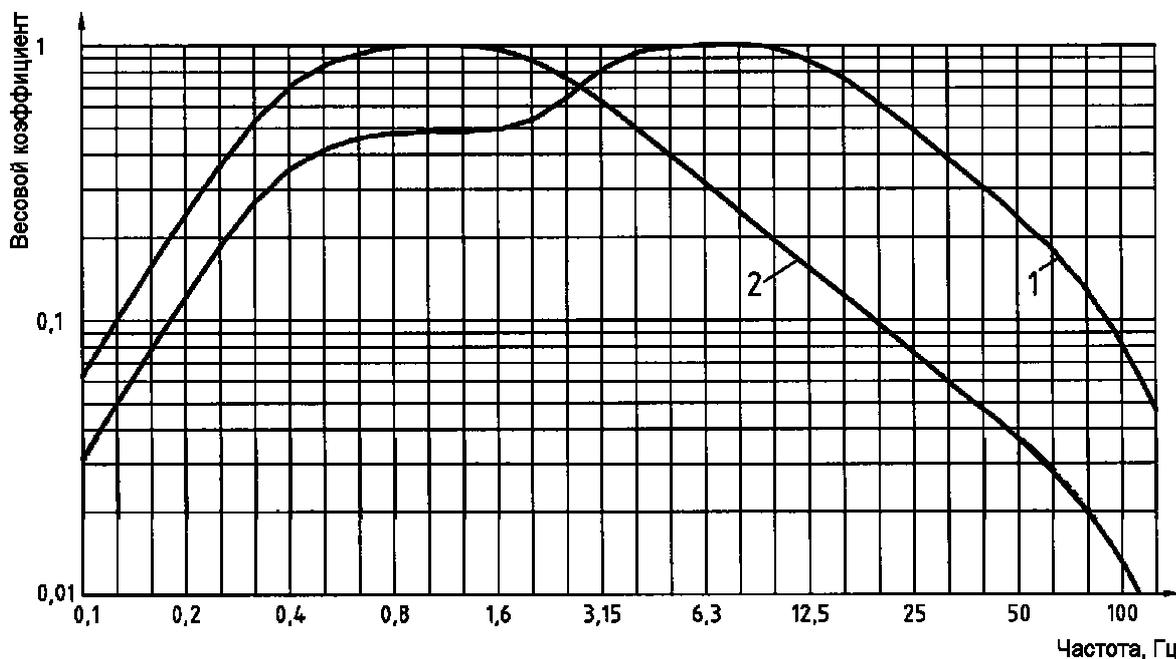
- f) Условия испытаний и рабочие условия машины (см. раздел 7) , в том числе:
- машина и ее оборудование (включая шины, сиденья, кабину и т.д.);
  - рабочие условия, при которых измеряют параметры вибрации;
  - требования к значениям рабочих параметров, влияющих на виброактивность машины;
  - используемая нагрузка (в случае ее применения);
  - положение рабочего места оператора (если оно изменяется со временем);
  - лабораторные испытания сидений (если такие проводят);
  - орудия и обрабатываемый материал (при их наличии);
  - искусственно моделируемые или упрощенные рабочие условия (если такие используются);
  - рабочий цикл и их число (если такие циклы используются);
  - испытательный участок – естественный или искусственный;
  - требования к испытательному участку и местоположение контрольной точки (в случае проведения измерений на машине, движущейся по естественному участку пути);
- g) Метод измерений и достоверность результатов (см. раздел 8) , в том числе:
- число измерений, требуемых для определения параметра виброактивности и значения  $C_v$  (в случае проведения измерений на искусственно созданном участке пути);
  - заявление параметров виброактивности для различных режимов работы машины;
- h) Параметр виброактивности (см. раздел 9) , в том числе:
- стандартное отклонение воспроизводимости метода;
- i) Протокол измерений (см. раздел 10) , в том числе:
- требования к информации, которую необходимо включать в протокол.

## Приложение В

(справочное)

## Функции частотной коррекции

Функции частотной коррекции для сигнала виброускорения:  $W_d$  (для общей вибрации в направлениях  $x$  и  $y$ ) и  $W_k$  (для общей вибрации в направлении  $z$ ), - определенные в ГОСТ (ИСО 2631-1-97), приведены на рисунке В.1. На рисунке В.2 приведена общая для всех направлений кривая частотной коррекции  $W_h$ , определенная в ГОСТ (ИСО 5349-1-2001) для локальной вибрации.



- 1 – частотная характеристика  $W_k$  (направление  $z$ );  
 2 – частотная характеристика  $W_d$  (направления  $x$  и  $y$ );

**Рисунок В.1 — Функции частотной коррекции  $W_k$  и  $W_d$  для определения параметров общей вибрации**

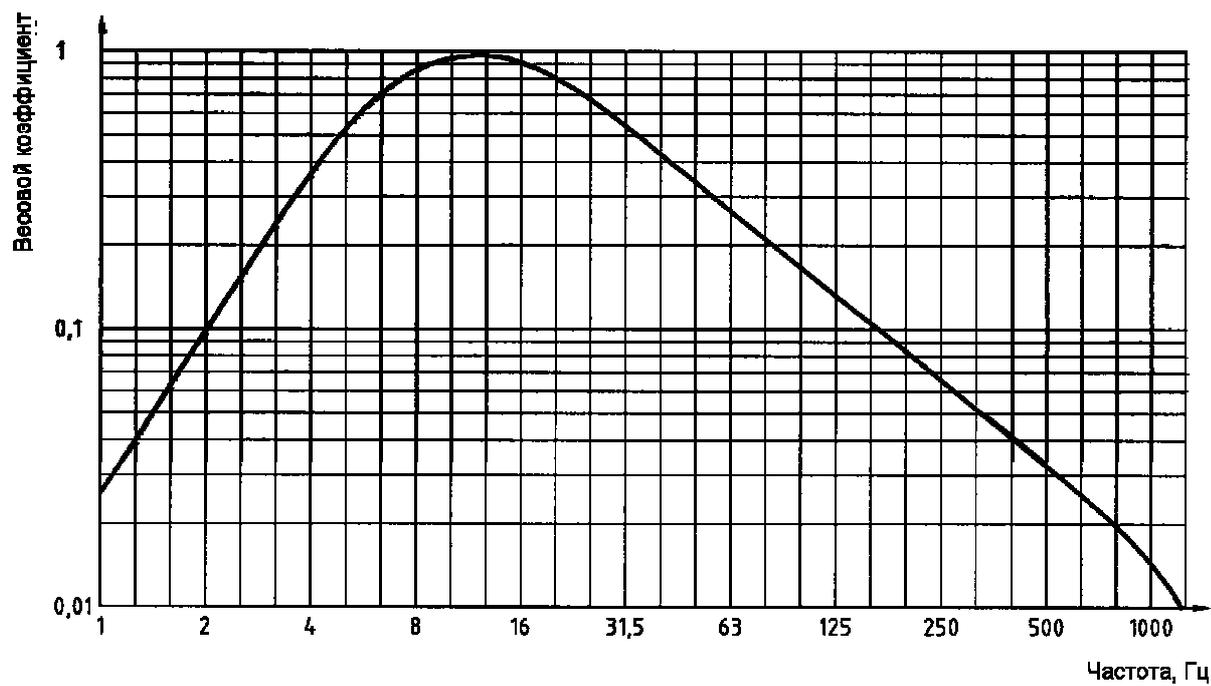


Рисунок В.2 — Функция частотной коррекции  $W_h$  для определения параметров локальной вибрации

## Приложение С

(справочное)

### Возможные источники ошибок при проведении измерений

Контроль достоверности (см. раздел 8), который должен гарантировать повторяемость результатов испытаний, не может, однако, предотвратить возможное появление грубых ошибок в определении заявляемого параметра виброактивности машины. Чтобы избежать их, рекомендуется в процессе испытаний контролировать правильность работы измерительной системы и соблюдение заданных испытательным кодом условий работы. Основными причинами неправильной работы измерительной системы являются:

- a) плохая установка акселерометров;
- b) плохой контакт в кабельных соединениях;
- c) отсутствие или неправильная регулировка полосовых фильтров;
- d) смещение нуля на выходе усилителя после установки акселерометров;
- e) несовпадение осей чувствительности датчиков вибрации с направлениями осей координат для поступательной вибрации;
- f) неправильная работа устройств согласования сигнала (неверно выбранная полоса фильтрации, низкое отношение сигнал/шум, перегрузка и т.д.);
- g) изменение передаточной функции измерительного тракта в процессе испытаний (должно быть обнаружено при выполнении требований проведения калибровки до и после проведения серии измерений, см. 6.6).

## Приложение D (рекомендуемое)

### Альтернативный метод определения параметра виброактивности для машины, на которую могут устанавливаться сиденья разных моделей

Если на машину могут устанавливаться сиденья разных моделей, параметр виброактивности должен быть определен для каждой такой модели.

Если для каждой модели, которая может быть установлена на испытываемой машине, известно значение коэффициента передачи SEAT, полученное в условиях лабораторных испытаний согласно требованиям ГОСТ ИСО 10326-1 и соответствующего испытательного кода на сиденья, тогда машина может быть испытана только с сиденьями одной модели – обозначим ее номером 1, - в то время как параметр виброактивности  $a_{wzS(i)}$  для модели сиденья  $i$  может быть получен по следующей формуле:

$$a_{wzS(i)} = a_{wzS(1)} \times \text{SEAT}_{(i)} / \text{SEAT}_{(1)}, \quad (\text{D.1})$$

где

$\text{SEAT}_{(1)}$  и  $\text{SEAT}_{(i)}$  - средние значения коэффициентов передачи для 1-го и  $i$ -го сидений соответственно, полученные при проведении испытаний с одним легким и одним тяжелым оператором в соответствии со стандартом типа С (см., например, [1] для машин для транспортировки грузов, [2] для землеройных машин или [3] для сельскохозяйственных тракторов;

$a_{wzS(1)}$  - параметр вибрации, полученный в соответствии с разделом 8 при измерении вибрации на подушке сиденья модели 1. При получении значения  $a_{wzS(1)}$  достаточно, как указано в 7.4, провести испытания с участием только одного оператора.

Примечание – Перед тем, как использовать данный альтернативный метод, следует провести предварительные эксперименты с тем, чтобы убедиться, что результаты, полученные в соответствии с этим методом, будут совпадать с результатами, полученными в ходе прямых испытаний машин, оборудованных сиденьями разных моделей.

## Приложение Е (рекомендуемое)

### Разработка метода испытаний для специальных категорий машин с использованием искусственно созданного участка испытательного пути

#### Е.1 Описание метода испытаний

Для машин, у которых основной источник вибрации связан с неровностью дорожного покрытия, метод испытаний может включать измерения параметра вибрации на рабочем месте оператора в процессе движения машины по участку с заданным покрытием (чтобы обеспечить заданные характеристики покрытия проще спроектировать и построить специальный участок испытательного пути). Для разработки испытательного кода для данного вида машин рекомендуется нижеописанная процедура.

Данный метод включает следующие шаги:

- определить тип испытательного покрытия;
- найти такое сочетание неровности покрытия и скорости движения машины, которое позволит получить в процессе ее испытаний вибрацию, соответствующую максимальной вибрации, наблюдаемой при передвижениях машины в типичных условиях ее использования.

Участок испытательного пути может быть ровной поверхностью с включенными в нее жесткими неоднородностями, воспроизведение дорожного или полевого покрытия и т.д. Пример использования данного метода приведен в [4, 5].

#### Е.2 Определение условий испытаний

##### Е.2.1 Сбор информации в реальных условиях работы машины и ее классификация

**Е.2.1.1** Собрать информацию о вибрации у основания сиденья и на его подушке в реальных условиях эксплуатации машины при ее передвижении.

**Е.2.1.2** Собрать информацию о скоростях, на которых движется машина (максимальная скорость, определенная изготовителем, реальная скорость в условиях эксплуатации).

**Е.2.1.3** Собрать информацию о качестве дорожного покрытия в условиях эксплуатации (тип поверхности, размеры неоднородностей: рытвин, дверных порогов, канализационных люков, шпал, трещин и т.д.).

**Е.2.1.4** На основе собранных данных отнести машины исследуемого вида к какой-либо категории (т.е. определить группу машин, для которых их вибрационные характеристики могут быть соотнесены с их физическими характеристиками, такими как диаметр колес, общая масса и т.д.).

## **Е.2.2 Выбор представительного значения параметра виброускорения**

Выбрать значение параметра виброускорения у основания сиденья или на его подушке, которое является представительным для режима максимальной виброактивности (см. раздел 8) при передвижении машины в типичных условиях ее эксплуатации (данное значение должно представлять собой квантиль порядка 0,75 для вибрации машин данной категории).

## **Е.2.3 Определение основных характеристик испытаний**

**Е.2.3.1** Выбрать тип испытательной поверхности.

**Е.2.3.2** Выбрать предварительный диапазон испытательных скоростей, соответствующих реальным условиям эксплуатации машины.

## **Е.2.4 Скорректировать характеристики испытательной поверхности и скорость движения**

**Е.2.4.1** Для каждой категории машин использовать количество машин, представительное для всего диапазона машин данной категории, чтобы сравнить среднее значение виброускорения, измеренное на испытательном участке, с тем, что получено в соответствии с Е.2.2. Скорректировать скорость или размеры неоднородностей таким образом, чтобы значения вибрации у основания сиденья или на его подушке соответствовали среднему значению виброускорения, определенному в Е.2.2. Испытательный участок должен быть, по возможности, коротким, но в то же время его длина должна быть достаточной для обеспечения необходимых условий анализа вибрации и повторяемости результатов измерений (см. раздел 8). Чтобы удовлетворить данному требованию, возможно, следует выбрать более низкое значение скорости и более высокие размеры неоднородностей покрытия.

**Е.2.4.2** Установить причины изменчивости результатов измерений (оператор, скорость, давление шинах, и т.д.), чтобы принять меры к их устранению.

### **Е.3 Достоверность получаемых результатов**

#### **Е.3.1 Повторяемость**

Добиться минимально возможной неопределенности повторяемости испытаний и оценить ее значение. Определить минимально необходимое число прохождений, необходимых, чтобы коэффициент вариации  $C_V$  был ниже установленного значения.

#### **Е.3.2 Воспроизводимость**

Оценить неопределенность воспроизводимости, проведя серию сравнительных межлабораторных испытаний для получения стандартного отклонения воспроизводимости  $\sigma_R$ , как определено в ГОСТ 12.1.012.

#### **Е.3.3 Точность**

Определить наименьшую разность в значениях виброускорения, которая позволяет разделить две машины с учетом неопределенности повторяемости и воспроизводимости. Если виброактивность машины А в реальных условиях передвижения существенно ниже, чем у машины В, то же самое должно наблюдаться и при проведении испытаний в соответствии с данным методом.

#### **Е.3.4 Цена**

Максимально сократить число испытаний, требуемых для определения параметра виброактивности, но таким образом, чтобы не уменьшить при этом достижимую точность всего метода.

## Приложение F (рекомендуемое)

### Разработка метода испытаний для специальных категорий машин с использованием естественного участка испытательного пути

#### F.1 Условия применимости метода

Особенностью данного метода является то, что для достижения условия хорошей воспроизводимости его результаты не должны сильно зависеть от характеристик испытательной поверхности. В противном случае различные лаборатории, проводящие испытания, должны будут использовать естественные испытательные участки со схожими характеристиками, что практически труднореализуемо.

Данный метод применим в случаях, когда есть возможность определить контрольную точку на машине, которая будет представительной с точки зрения вибрации, возбуждаемой вследствие контакта машины с дорогой.

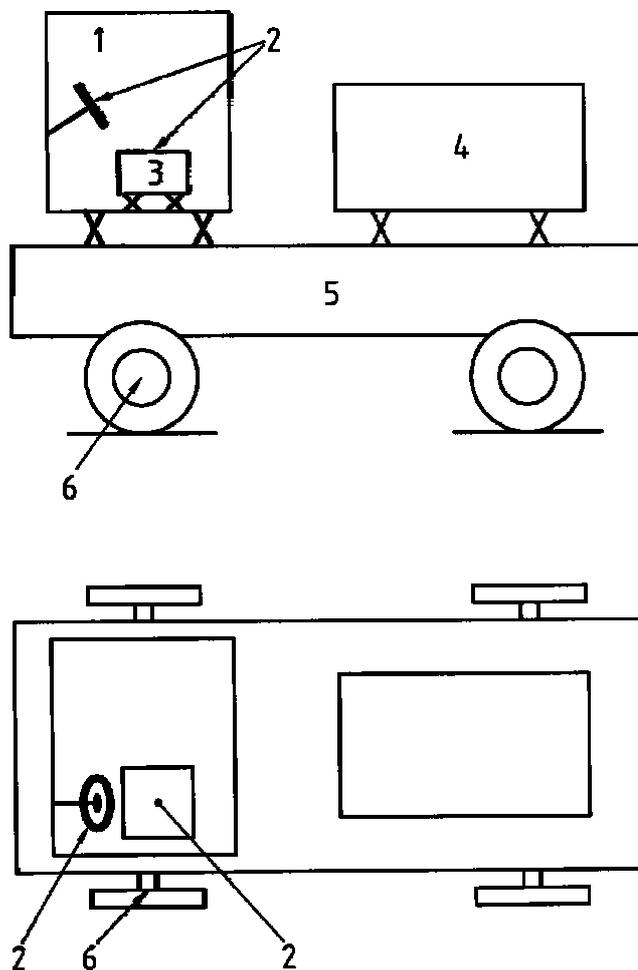
#### F.2 Описание метода испытаний

##### F.2.1 Выбор контрольной точки и значения вибрации в контрольной точке

Контрольная точка должна быть выбрана и задана в испытательном коде, исходя из следующих соображений:

- контрольная точка должна быть представительной с точки зрения вибрации, возбуждаемой вследствие контакта машины с дорогой. Обычно для этого наилучшим образом подходит место вблизи области контакта машины с испытательным участком, например, на ступице или оси колеса, на раме над катком для укатывающих машин;
- обычно наиболее подходящим место для контрольной точки является то, что наиболее близко расположено к рабочему месту оператора;
- место, где расположена контрольная точка, должно обладать достаточной жесткостью, чтобы не иметь локальных резонансов в диапазоне частот ниже 80 Гц;
- контрольная точка должна быть легко доступна для установки в ней датчиков вибрации.

На рисунке F.1 показаны примеры размещения контрольной точки и точки, где определяется параметр виброактивности машины.



1 – кабина; 2 – точка измерения параметра виброактивности (сиденье, рулевое колесо); 3 – сиденье; 4 – двигатель; 5 – рама; 6 – контрольная точка (ступица колеса)

**Рисунок F.1 — Пример расположения контрольной точки и точки измерения параметра виброактивности машины**

Во время работы машины в типичных условиях эксплуатации необходимо собрать информацию о вибрации, наблюдаемой контрольной точкой.

Затем следует выбрать значение виброускорения в направлении  $z$  в этой точке, соответствующее квантилю порядка 0,75 собранных значений среди представительных машин данной категории.

На основе собранных данных отнести класс машин к конкретной категории (для каждой категории должны быть установлены местоположение контрольной точки и значение вибрации в этой точке).

### **F.2.2 Выбор испытательного участка**

Требования к испытательному участку должны быть установлены в испытательном коде. Ниже даны некоторые рекомендации для формулировки требований:

- следует избегать экстремальных типов участков. Поверхность должна быть представительной с точки зрения условий, в которых может эксплуатироваться испытываемая машина. В испытательном коде могут быть установлены некоторые ограничения на размеры камней, других препятствий, рытвин и т.д.;
- участок должен быть достаточно неровным, чтобы возбуждаемая при этом вибрация в контрольной точке, несколько превышающая заданное значение, была достижима без использования слишком больших скоростей передвижения;
- испытания не должны проводиться в экстремальных погодных условиях. Испытательный участок не должен быть слишком мокрым или обледенелым;
- испытательный участок, где оценивается общая вибрация, должен иметь часть пути с однородным покрытием, длина которого была бы достаточна для передвижения с постоянной скоростью в течение не менее 180 с. Если это невозможно, допускается повторять прохождение участка несколько раз до тех пор, пока общее время измерений не составит, по крайней мере, 180 с. В последующем регрессионном анализе результаты каждого такого укороченного прохождения должны использоваться независимо;
- испытательный участок, где оценивается локальная вибрация, должен иметь часть пути с однородным покрытием, длина которого была бы достаточна для передвижения с постоянной скоростью в течение не менее 12 с и важно, чтобы на этой части пути не встречались резкие повороты.

Примечание – Заданные значения вибрации в контрольной точке должны быть достижимы в процессе испытаний при движении машины с представительной скоростью по представительному участку дорожного покрытия. Если сочетание условий покрытия и скорости передвижения, необходимых для получения заданной

вибрации в контрольной точке, выходят за пределы того, что можно рассматривать как представительные условия для данной машины, такое значение вибрации следует считать недопустимым. В этом случае в испытательном коде должно быть дано разрешение пользователю на сбор информации о вибрации в контрольной точке для данного вида машины в типичных условиях эксплуатации и выбор значения параметра вибрации, равного квантилю порядка 0,75 собранных значений. Данная процедура, также как и выбранное значение вибрации в контрольной точке, должна быть отражена в протоколе испытаний.

### **F.2.3 Проведение испытаний**

При передвижении машины по естественному участку пути измеряют параметр виброактивности в непосредственной близости от оператора. Одновременно для контроля за условиями испытаний измеряют вибрацию в контрольной точке.

Искомым параметром виброактивности будет тот, что наблюдается, когда вибрация в контрольной точке соответствует значению, установленному в испытательном коде.

Выполняют прохождения испытательного участка на не менее чем четырех разных скоростях. Скорости выбирают таким образом, чтобы получить разброс значений вибрации в контрольной точке выше и ниже установленного значения. Параметр виброактивности, соответствующий заданной вибрации в контрольной точке, получают интерполяцией полученных данных с помощью прямой линии регрессии.

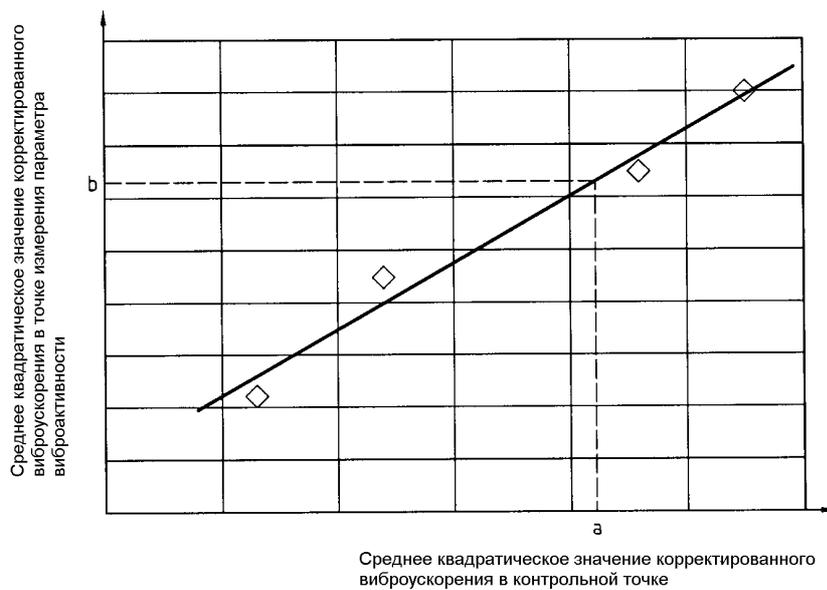
Примечание – Для некоторых машин, например, асфальтодробилок, источником вибрации является процесс обработки поверхности, по которой машина движется. В таких случаях для получения разброса значений вибрации в контрольной точке ниже и выше установленного значения следует варьировать иной параметр, нежели скорость движения машины.

В примере, изображенном на рисунке F.2, заданное значение  $a$  в контрольной точке соответствует параметру виброактивности  $b$ .

## **F.3 Достоверность получаемых результатов**

### **F.3.1 Воспроизводимость**

Оценить неопределенность воспроизводимости, проведя серию сравнительных испытаний на разных испытательных участках (при выполнении установленных требований к этим участкам). Под неопределенностью здесь понимается разброс значений параметра виброактивности, полученных по линиям регрессии (см. рисунок F.2), для заданного значения вибрации в контрольной точке.



**Рисунок F.2 — Пример результатов измерений, полученных для четырех различных скоростей передвижения машины, и построенной линии регрессии**

### **F.3.2 Повторяемость и точность**

Добиться, чтобы неопределенность повторяемости была мала, повторным проведением испытаний и определением вариации в значениях параметра виброактивности, соответствующих заданной вибрации в контрольной точке. Если добиться малого разброса результатов не удастся, ужесточить требования к характеристикам испытательной поверхности. Определить наименьшую разность в значениях виброускорения, которая позволяет разделить две машины с учетом неопределенности повторяемости.

### **F.3.3 Цена**

Максимально сократить число испытаний, требуемых для определения параметра виброактивности, но таким образом, чтобы не уменьшить при этом достижимую точность всего метода.

## Приложение G

(справочное)

### Библиография

- [1] ЕН 13490 Вибрация. Машины для транспортировки грузов. Лабораторные измерения вибрации сиденья оператора и требования к ней.
- [2] ГОСТ 27259-87 Машины землеройные. Сиденье оператора. Передаваемая вибрация
- [3] ИСО 5007 Тракторы сельскохозяйственные колесные. Сиденье оператора. Лабораторные измерения передаваемой вибрации.
- [4] ЕН 13059 Требования безопасности для машин для транспортировки и перемещения грузов. Испытания с целью определения параметров вибрации.
- [5] ИСО 5008 Тракторы сельскохозяйственные колесные. Измерение общей вибрации, воздействующей на оператора.

УДК 534.322.3.08:006.354      МКС 13.160      Т58      ОКСТУ 0011

Ключевые слова: вибрация, локальная вибрация, общая вибрация, машины самоходные, заявляемые характеристики, вибрационный параметр, испытательный код по вибрации

---

Отв. секретарь ТК 183

И.Р.Шайняк