

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра –
Главный государственный
санитарный врач
Республики Беларусь

_____ И.В. Гаевский
23.12.2013
Регистрационный № 013-1213

**МЕТОДЫ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВИБРАЦИИ
(ТРАНСПОРТНОЙ, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ,
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ, ЛОКАЛЬНОЙ)
В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: ГУ «Республиканский научно-практический центр
гигиены»

АВТОРЫ: канд. мед. наук С.С. Худницкий, канд. техн. наук А.А. Запороженко,
канд. техн. наук И.В. Соловьева, канд. мед. наук И.П. Щербинская, Н.П. Быкова,
И.В. Арбузов, А.В. Кравцов

Минск 2013

ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Настоящая Инструкция по применению (далее — инструкция) устанавливает единые требования к методам и условия проведения измерений общей (транспортной, транспортно-технологической и технологической) и локальной (в том числе импульсной) производственных вибраций на рабочих местах с последующей гигиенической оценкой в соответствии с техническими нормативными правовыми актами (далее — ТНПА).

2. Инструкция предназначена для органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор при осуществлении контроля вибрации, воздействующей на человека в производственных условиях и других организаций системы здравоохранения Республики Беларусь.

3. Инструкция вступает в силу через календарный месяц после ее утверждения. С вступлением в силу настоящей инструкции отменяются Инструкция по применению № 014-1211 «Измерение и гигиеническая оценка вибрации в производственных условиях», утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 15.11.2011 и Инструкция «Гигиеническая оценка импульсной вибрации и импульсного шума» 2.2.4.10-13-39-2006, утвержденная постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 22.11.2006 № 152 в части оценки импульсной локальной вибрации.

4. Для целей настоящей инструкции используются термины и определения, приведенные в приложении 1 к настоящей Инструкции.

ГЛАВА 2 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

5. Средства измерений должны соответствовать ГОСТ ИСО 8041-2006 (ISO 8041:2005) «Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений», принятого Евразийским советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 29 от 24.06.2006), введенного в действие постановлением Госстандарта Республики Беларусь от 20.02.2009 № 8 в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 01.08.2009.

6. Для измерения уровней параметров постоянной и непостоянной вибрации следует применять тракт, состоящий из акселерометра, виброметра (шумомера), набора частотных фильтров (октавных, третьоктавных).

7. Измерительный тракт должен обеспечить проведение измерений в октавных (широкополосная вибрация) или 1/3 октавных (узкополосная вибрация) полосах со среднегеометрическими частотами: 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 50,0; 63,0; 80,0 Гц для общей и 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 31,5; 40,0; 63,0; 80,0; 100,0; 125,0; 160,0; 200,0; 250,0; 315,0; 400,0; 500,0; 630,0; 800,0; 1000,0; 1250,0 Гц для локальной вибрации.

8. Акселерометр для измерения параметров общей и локальной вибрации должен иметь частотную характеристику от 0,6 5,0 Гц соответственно.

9. Измерение импульсной локальной вибрации производится с

использованием аппаратуры по ГОСТ ИСО 8041-2006 и ГОСТ 17187-81 (СТ СЭВ 1351-78) «Шумомеры. Общие технические требования и методы испытаний» (введен в действие на территории Республики Беларусь с 17.12.1992 постановлением комитета по стандартизации, метрологии и сертификации от 17.12.1992 № 3, имеющей временную характеристику «пик»). В качестве вибродатчиков рекомендуется использовать малогабаритные акселерометры, обладающие большой ударопрочностью. Требования по выбору и монтажу малогабаритных акселерометров приведены в приложении 5 инструкции.

10. Калибровка виброизмерительных трактов должна производиться до и после проведения серии измерений и охватывать весь измерительный тракт, включая акселерометр. Погрешность калибратора не должна превышать $\pm 0,5$ дБ.

11. Виброизмерительные тракты проходят поверку в порядке, установленном законодательством Республики Беларусь.

ГЛАВА 3

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБЩЕЙ И ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ

12. Оценка вибрации производится следующими методами:

- частотным (спектральным) анализом нормируемых параметров;
- интегральной оценкой по частоте нормируемых параметров;
- интегральной оценкой с учетом времени вибрационного воздействия по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

13. Основным методом, характеризующим воздействие на работающих постоянной вибрации, является частотный анализ; характеристики — средние квадратические значения виброускорения (или их логарифмические уровни) в октавных полосах частот, а также метод интегральной оценки по частоте нормируемых параметров; характеристика — скорректированное значение (или уровень) виброускорения.

Спектр общей вибрации (низко-, средне- и высокочастотный) и локальной вибрации (низко-, средне- и высокочастотный) определяет специфику неблагоприятного действия.

14. Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на работающих непостоянной вибрации, является определение эквивалентного скорректированного по частоте значения (или уровня) виброускорения за период действия 8 ч.

Непостоянную вибрацию допускается измерять только приборами, имеющими функцию интегрирования (энергетического суммирования).

15. Методы интегральной оценки по частоте позволяют получить одночисловые характеристики следующим образом:

- расчетом скорректированного значения по измеренному спектру вибрации;
- расчетом эквивалентного скорректированного значения по измеренному (или рассчитанному) эквивалентному скорректированному значению и данным хронометража;

- инструментальным измерением эквивалентного скорректированного значения в соответствии с ТНПА.

16. Гигиеническая оценка вибрации проводится сопоставлением измеренных или рассчитанных величин с допустимыми значениями в соответствии с действующими ТНПА (Гигиеническими нормативами).

17. Точки контроля, а именно места установки вибродатчиков, должны располагаться на поверхностях в местах, предназначенных для контакта с телом человека-оператора:

- на сидении, рабочей площадке, педалях и на полу рабочей зоны оператора и обслуживающего персонала;

- в местах контакта рук оператора с рукоятками, рычагами управления и тому подобное.

Для непостоянных рабочих мест или рабочих зон выбирается не менее 3 точек контроля в местах наибольших колебаний.

18. При выборе вибродатчика рекомендуется применять для измерения локальной вибрации малогабаритные датчики, обладающие большей прочностью, а при измерении общей вибрации — датчики, имеющие более высокую чувствительность.

19. В каждой точке контроля вибродатчик устанавливают на ровной, гладкой площадке по трем ортогональным направлениям:

- для общей вибрации — вертикальная перпендикулярная опорной поверхности (ось Z); горизонтальная от спины к груди (ось X); горизонтальная от правого плеча к левому (ось Y);

- для локальной вибрации — направление подачи или приложения силы нажатия (ось Z); ось рукоятки (ось X); перпендикулярно первым двум направлениям (ось Y).

Желательно измерять вибрацию во всех трех направлениях одновременно. Допустимо проведение измерений последовательно по трем взаимно перпендикулярным направлениям при условии, что рабочие условия от измерения к измерению остаются неизменными.

Ось вибродатчика должна быть ориентирована по выбранному направлению измерения. Если вибрация в направлении одной из осей, для которых установлены одинаковые допустимые величины, превышает вибрацию по двум другим осям более, чем на 12 дБ (более чем в 4 раза), то допускается проводить оценку только в направлении максимальной вибрации.

20. Способ и устройство крепления вибропреобразователя не должны оказывать влияния на характер контролируемой вибрации и вносить погрешности в измерения.

Вибродатчик должен крепиться способом, указанным в заводской инструкции к виброизмерительному прибору.

Большинство вибродатчиков предназначено для крепления на резьбе (с помощью винта или шпильки, т. е. винта без головки). Крепление вибродатчика на винте рекомендуется при малой толщине изделия в точке контроля, а на шпильке — при большой его толщине. Длина винта или шпильки выбирается так, чтобы

вибродатчик при навинчивании его руками плотно соприкасался с посадочной площадкой в точке контроля.

При измерении общей вибрации вибродатчик может быть прикреплен либо с помощью резьбового соединения, либо магнита:

- к поверхности жесткого металлического диска диаметром 250 ± 50 мм и толщиной 4 мм, имеющего три точки опоры согласно чертежу 1 приложения 6 к настоящей Инструкции. Диск с датчиком устанавливается на полу. При измерениях на диск становится человек, масса которого должна быть в пределах 70 ± 10 кг;

- к металлическому диску диаметром 80 мм и толщиной 30 мм, имеющему три острых выступа для фиксации согласно чертежу 2 приложения 6 к настоящей Инструкции. Диск с датчиком устанавливается на поверхности опоры возле ног оператора, работающего стоя. При отсутствии возможности установить диск на платформу допускается устанавливать диск на полу.

Диск без ножек может использоваться для измерения вибрации, воздействующей на человека, сидящего на плоской поверхности.

Для измерения общей вибрации, передаваемой телу человека через нежесткие или упругие материалы (например, подушку сиденья) вибродатчик может устанавливаться с помощью полужесткого диска, толщина которого плавно увеличивается от края к центру согласно рисунку 1 приложения 6 к настоящей Инструкции. Такая конструкция диска не сильно изменяет распределение давления на поверхности и обеспечивает комфортные условия для водителя в случае длительных измерений.

21. При локальной вибрации вибродатчик в точках контроля следует устанавливать жестко, предпочтительно на шпильку (резьбовое соединение). Допускается крепление датчика с помощью переходного металлического элемента (виброадаптера) в виде зажима, хомута, струбцины согласно чертежу 3 приложения 6 к настоящей Инструкции, при этом их масса не должна превышать 10% массы инструмента или обрабатываемой детали (рекомендуемая масса — не более 5%), а суммарная масса вибродатчика и переходного элемента не должна превышать 30 г.

Если места контакта с руками покрыты эластичным виброизолирующим материалом или рукоятки не имеют жесткой основы, то вибродатчик крепят на резьбе к виброадаптеру в виде металлической пластины, соответствующей форме места контакта, размером $50\times 25\times 0,8$ мм согласно рисунку 2 приложения 6 к настоящей Инструкции. Виброадаптер или пластина должны прижиматься рукой оператора с силой, необходимой для нормальной работы машины.

Измерения производятся как на правой, так и на левой руках с оценкой по максимальному показанию прибора.

22. Следует обращать особое внимание на надежность установки и крепления вибродатчика, а также соединительного кабеля. Кабели не должны испытывать резких изгибов и натяжений, для чего необходимо оставлять короткую свободную петлю кабеля.

23. Измерение вибрации должно проводиться на исправных машинах, отвечающих правилам проведения работ. Машины или оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме и при проведении реальных технологических операций.

24. При измерении вибрации машина или оборудование должны работать в установившемся режиме. Рекомендуется по возможности выбирать постоянный продолжительный режим работы без лишних рывков, ударов для получения устойчивого показания прибора и надежного их отсчета.

25. Виброизмерительные приборы должны быть размещены так, чтобы обеспечить защиту от помех: электрических, электромагнитных полей и других.

26. Виброизмерительный тракт должен быть откалиброван в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации виброизмерительного прибора до и после серии измерений.

Предпочтительна внешняя калибровка всего тракта, включая вибродатчик на калибровочном устройстве (калибраторе), создающем механические колебания известной амплитуды и частоты. Калибровка должна проводиться также в случае сомнения в исправности вибродатчика или соединительного кабеля.

При отсутствии внешнего калибратора допускается также проведение внутренней калибровки.

27. При выборе измеряемого параметра следует иметь в виду, что при измерении виброускорения погрешность измерения сильно зависит от жесткости крепления вибродатчика, тогда как при измерении виброскорости влияние способа крепления уменьшается. С другой стороны, измерение виброускорения предпочтительно для вибрации ударного характера, а виброскорости — для постоянных или прерывистых вибраций в низкочастотном диапазоне.

При измерениях стрелочным прибором используют большую постоянную времени стрелочного прибора, а отсчет производят по среднему положению стрелки.

Общую вибрацию рекомендуется измерять с постоянной времени не менее 10 с, а локальную — не менее 1 с.

Минимальное время измерения вибрации должно быть не менее величин, указанных в приложении 7 к настоящей Инструкции. Для машин циклического характера действия, например экскаватора, время измерения вибрации выбирают равным одному или нескольким циклам работы.

28. Длительность измерений вибрации должна быть достаточной для того, чтобы обеспечить требуемую статистическую точность обработки сигнала. Кроме того, она должна обеспечивать измерение представительного участка сигнала вибрации

Если измерения при обычном выполнении операции невозможны или затруднены вследствие короткой продолжительности, допускается выполнять их при имитации рабочего процесса.

До измерения необходимо определить, какие рабочие операции могут вносить существенный вклад в значение эквивалентного виброускорения. Следует точно определить место выполнения и характер каждой такой операции, после чего количественно оценить полное время ее выполнения в течение рабочего дня. Для этого рекомендуется составлять «фотографию вибрационного воздействия» в течение дня, что поможет оценить относительную важность учета конкретной рабочей операции при получении оценки эквивалентного уровня вибрации за

восьмичасовой рабочий день и отобрать те, в процессе выполнения которых требуется проведение измерений.

При этом для общей вибрации учитывают только те области, где работник выполняет задание, находясь в статичном положении. Воздействие вибрации, когда поза работника постоянно изменяется (например, во время ходьбы), не рассматривают.

Если рабочий день состоит из продолжительных непрерывных операций, необходимо в разные моменты рабочего дня получить выборки измерений и провести по ним усреднение, для того, чтобы учесть колебания уровня вибрации в течение дня.

Число выборок должно быть не менее 3. Результаты измерений усредняются. Если минимальные или максимальные измеренные уровни отличаются от усредненного более, чем на 3 дБ, то количество измерений следует увеличить.

В случаях применения однокоординатного вибродатчика данную процедуру необходимо выполнять отдельно для каждого направления действия вибрации в выбранной системе координат.

Минимально допустимая длительность измерений зависит от полосы фильтрации, средств измерений, а также выполняемой рабочей операции. Измерения очень короткой длительности (менее 8 с) ненадежны при оценке низкочастотной составляющей вибрации, поэтому их рекомендуется не применять. При необходимости, если время воздействия вибрации мало, увеличивают общее число измерений, представляющее собой сумму отдельных измерений таким образом, чтобы общее время измерений для данной операции составляло для локальной вибрации не менее 1 мин, для общей — не менее 3 мин.

Если рабочий день состоит из операций небольшой длительности, повторяющихся в течение дня несколько раз, расчет эквивалентного виброускорения осуществляют на основе измерений в пределах полного рабочего цикла. Число рабочих циклов, для которых проводят измерения, должно быть достаточным, позволяющим продемонстрировать, что полученное среднее значение является представительной характеристикой вибрации, действующей на протяжении рабочего дня. В этом случае, так же как и в предыдущем, достаточность числа измерений определяют по характеру изменения результата усреднения.

Если операции в течение рабочего дня выполняют однократно (без повторений), измерения проводят во время выполнения каждой операции.

Если в течение рабочего дня нет повторяющихся рабочих циклов, а продолжительность каждой операции не превышает 3 мин для общей вибрации и 1 мин для локальной вибрации для получения общей длительности измерений в процессе выполнения операции не менее 3 и 1 мин соответственно, такие операции могут быть повторены или искусственно удлинены (смоделированы). Рабочие условия при этом поддерживают максимально близкими к тем, которые имеют место при обычном выполнении операции.

29. Результаты всех измерений усредняются энергетически согласно приложению 8 к настоящей Инструкции. Если разность между наибольшим и наименьшим измеренными уровнями не превышает 5 дБ, допускается определять среднее значение как среднее арифметическое измеренных уровней.

30. Оценка вибрации любого направления производится путем сравнения измеренных или рассчитанных уровней с требованиями, устанавливаемыми ТНПА.

31. Результаты измерений оформляются протоколом. Протокол измерений должен содержать сведения, указанные в приложении 9 к настоящей Инструкции.

ГЛАВА 4

ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ И ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИМПУЛЬСНОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ВИБРАЦИИ

32. Точки измерения, то есть места установки акселерометров должны располагаться в местах контакта рук оператора с рукояткой инструмента или обрабатываемой деталью. В точке измерения акселерометр устанавливают последовательно по трем направлениям X, Y, Z ортогональной системы координат.

33. Акселерометр ориентируют направлением его максимальной чувствительности по выбранной оси измерения. Основным направлением измерения должно быть направление удара или приложения усилия.

В случае если в одном из направлений измеряемый параметр вибрации превышает соответствующие в других направлениях не менее чем в 4 раза (на 12 дБ), допускаются измерения только в этом направлении.

34. Акселерометр должен крепиться в точке измерения на шпильке, винте с пружинной шайбой или на двойной скотч. Качество крепления должно периодически проверяться во время измерения.

Акселерометр крепят в точке измерения непосредственно или с помощью переходного металлического элемента (зажима, хомута, струбцины, виброадаптера), при этом их масса не должна превышать 10% массы инструмента или обрабатываемой детали, а масса акселерометра не должна превышать 30 г.

35. Кабель акселерометра следует закреплять на расстоянии 5–15 см от точки измерения во избежание его повреждения или генерирования помех.

36. В начале измерения следует убедиться, что величина измеряемой вибрации не превышает механической прочности акселерометра, для чего рекомендуется по возможности, постепенно увеличивать уровни измеряемой вибрации.

37. Измерения следует проводить при выполнении типовой технологической операции.

38. Измерение пикового уровня виброускорения производится с точностью до 1 дБ.

39. Определение количества вибрационных импульсов проводится на основе данных хронометража или исходя из технических характеристик оборудования или рабочего процесса.

40. Каждое измерение пикового уровня виброускорения должно представлять собой серию не менее чем из 10 отсчетов, а по длительности быть не менее 1 мин.

41. Среднее значение пикового уровня виброускорения L_{Pcp} , дБ, определяется по формуле:

$$L_{Pcp} = 10 \lg (1/n \times \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{Pi}}), \quad (1)$$

где L_{Pi} — значение i -го отсчета, дБ;
 n — количество отсчетов.

Если значения пиковых уровней виброускорения L_{Pi} различаются не более, чем на 5 дБ, то величину среднего значения пикового уровня виброускорения L_{Pcp} вычисляют по формуле:

$$L_{Pcp} = 1/n \times \sum_{i=1}^n L_{Pi}. \quad (2)$$

Определение L_{Pcp} производится с округлением до целого значения.

42. Для полученного среднего значения пикового уровня виброускорения L_{Pcp} в соответствии с ТНПА определяется ближайшее по величине табличное значение пикового уровня виброускорения $L_{Pтабл}$, для которого, в свою очередь, определяется предельно допустимое количество вибрационных импульсов за рабочую смену.

43. Оценивается величина вибрационного воздействия относительно допустимой $N_{изм}/N_{доп}$ отдельно для каждого вида работ в разгах (с точностью до второго знака).

44. Путем сложения значений $N_{изм}/N_{доп}$ для всех имеющихся за рабочую смену видов работ оценивается суммарная величина вибрационного воздействия. Суммарная величина вибрационного воздействия не должна превышать 1,0.

45. В случаях когда вибрация воздействует одновременно на правую и левую руки работающих соответственно от инструмента и детали, например, при выколоточно-доводочных работах, суммарная величина вибрационного воздействия оценивается отдельно для обеих рук. При этом гигиеническое заключение дается по наиболее жесткой из двух соответствующих оценок, т. е. по наименьшему допустимому количеству вибрационных импульсов.

46. Результаты измерений вибрации оформляются протоколом, в котором должны быть указаны:

- действующие ТНПА;
- место измерения и гигиенически важные дополнительные сведения;
- вид вибрации;
- количество ударов за смену;
- измеренные пиковые значения виброускорения или его логарифмические уровни на инструментах (на каждом молотке) и на обрабатываемых деталях;
- допустимое количество вибрационных импульсов (для данного уровня) и в скобках величину вибрационного воздействия, в разгах относительно допустимой, а также суммарную величину вибрационного воздействия отдельно для правой и левой рук;

- если работа связана также с воздействием постоянной вибрации, например, от шлифмашинки, то указывают и ее скорректированный уровень виброускорения (или виброскорости), при этом указывают допустимое значение по скорректированному уровню (с учетом правила равной энергии), а в скобках величину вибрационного воздействия в размах относительно допустимой. Суммарная величина вибрационного воздействия в этом случае представляется также отдельно для правой и левой руки с учетом величин вибрационного воздействия от импульсной вибрации (работа слесарным молотком) и постоянной (работа шлифмашинкой);

- в заключении даётся анализ вибрационного фактора с указанием величины превышения нормы, а также условий, определяющих повышенные уровни вибрации. Отмечаются факторы условий труда, усугубляющие неблагоприятные влияния вибрации (общее или местное охлаждение, смачивание рук, длительная работа в вынужденной позе, большие статические и динамические нагрузки, интенсивный шум). Дается предписание о необходимости проведения мероприятий по снижению неблагоприятного влияния вибрации на работников.

Примеры гигиенической оценки величины воздействия на работников импульсной локальной вибрации приведены в приложении 10 к настоящей Инструкции.

Термины и определения, применяемые в Инструкции, и нормируемые параметры производственной вибрации

1. Вибрация — механические колебания и волны в твердых средах.

2. По способу передачи на человека вибрация подразделяется на:

- общую, передающуюся через опорные поверхности на тело стоящего, сидящего или лежащего человека;

- локальную, передающуюся на конечности человека, контактирующие с вибрирующими поверхностями, в т. ч. на руки от ручного механизированного инструмента, органов ручного управления машинами и оборудованием, вибрирующих поверхностей рабочих столов, немеханизированного инструмента и обрабатываемых деталей, а также на ноги сидящего человека.

3. Общая вибрация в зависимости от источника ее возникновения подразделяется на:

- общую вибрацию 1 категории — транспортную вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах самоходных и прицепных машин, транспортных средств при движении по местности, агрофонам и дорогам (в т. ч. при их строительстве). К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в т. ч. комбайны); автомобили грузовые и дорожно-строительная техника (в т. ч. тягачи, скреперы, грейдеры, катки и т. д.), снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт и др.;

- общую вибрацию 2 категории — транспортно-технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок, а также на рабочих места водителей легковых автомобилей и автобусов. К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в т. ч. роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт, автомобили легковые и автобусы и другое;

- общую вибрацию 3 категории — технологическую вибрацию, воздействующую на человека на рабочих местах стационарных машин или передающуюся на рабочие места, не имеющие источников вибрации. К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические установки, насосные агрегаты и вентиляторы, оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в т. ч. сушилки), оборудование промышленности строительных материалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и др. Общую вибрацию 3 категории по месту

действия подразделяют на следующие типы:

«а» — на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

«б» — на рабочих местах на складах, в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию;

«в» на рабочих местах в административных и служебных помещениях заводууправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда.

4. Общая вибрация по частотному составу подразделяется на:

- низкочастотную — 1–4,0 Гц;
- среднечастотную — 8–16,0 Гц;
- высокочастотную — 31,5–63,0 Гц.

Локальная вибрация по частотному составу подразделяется на:

- низкочастотную — 8–16,0 Гц;
- среднечастотную — 31,5–63,0 Гц;
- высокочастотную — 125–8000,0 Гц.

5. По направлению действия вибрация подразделяется на:

- общую вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_o , Y_o , Z_o , где X_o (от спины к груди) и Y_o (от правого плеча к левому) — горизонтальные оси, направленные параллельно опорным поверхностям; Z_o — вертикальная ось, перпендикулярная опорным поверхностям тела в местах его контакта с сиденьем, полом и тому подобное;

- локальную вибрацию, действующую вдоль осей ортогональной системы координат X_l , Y_l , Z_l , где ось X_l совпадает или параллельна оси места охвата источника вибрации (рукоятки, рулевого колеса, рычага управления, удерживаемого в руках обрабатываемого изделия и т. п.), ось Y_l перпендикулярна ладони, а ось Z_l лежит в плоскости, образованной осью X_l и направлением приложения силы или подачи обрабатываемого (или осью предплечья, когда сила не прикладывается).

6. По характеру спектра вибрация подразделяется на:

- широкополосную вибрацию с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

- узкополосную вибрацию, для которой уровень контролируемого параметра в одной октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышает уровень в соседних октавных полосах.

7. По временным характеристикам вибрацию следует подразделять на:

- постоянную, уровень виброускорения (виброскорости) которой изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ и менее) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с;

- непостоянную, уровень виброускорения (виброскорости) которой изменяется более чем в 2 раза (более 6 дБ) за время наблюдения при измерении с постоянной времени 1 с.

8. Локальная вибрация является импульсной, если она состоит из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, одиночных ударов или их серии), каждый длительностью менее 1 с при частоте их следования менее 5,6 Гц.

9. Импульсную вибрацию генерируют, как правило, ручные машины одно- и редкоударного действия, кузнечно-прессовое оборудование, немеханизированный ручной инструмент ударного действия, а также обрабатываемые ими детали и приспособления для удержания этих деталей.

10. Вибрационные импульсы с длительностью (1–30 мс) имеют место на немеханизированном ручном инструменте (слесарные молотки, биты и т. д.), а импульсы с длительностью (30–1000 мс) — на механизированном инструменте (ручные машины), на обрабатываемых деталях и на приспособлениях для их удержания (кузнечные клещи и тому подобное).

Вибрацию от инструментов вращательного и многоударного действия, а также от обрабатываемых ими деталей следует относить к импульсной в случае, если длительность отдельного рабочего цикла составляет менее 1 с.

11. Логарифмический уровень виброускорения (L_a) (дБ), непосредственно измеряется в октавной или третьоктавной полосе частот или определяется по формуле:

$$L_a = 20 \lg \alpha / \alpha_0, \quad (3)$$

где α — среднеквадратичное значение виброускорения в октавной или третьоктавной полосе частот, м/с²;

α_0 — исходное (опорное) значение виброускорения равное 3×10^{-4} м/с².

12. Логарифмический уровень виброскорости (L_v) (дБ), непосредственно измеряемый в октавной или третьоктавной полосе частот или определяемый по формуле:

$$L_v = 20 \lg v / v_0, \quad (4)$$

где v — среднеквадратичное значение виброскорости в октавной или третьоктавной полосе частот, м/с;

v_0 — исходное (опорное) значение виброскорости равное 5×10^{-8} м/с.

13. L_w — скорректированный по частоте уровень параметра вибрации (для оценки постоянной вибрации). Одночисловая характеристика, определяемая на основе третьоктавного (октавного) частотного анализа с последующим энергетическим суммированием в частотной области с учетом числовых значений функций частотной коррекции (октавных и третьоктавных весовых поправок) по формуле:

$$L_w = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{wi} + \Delta L_{wi})}, \quad (5)$$

где L_{wi} — октавные (третьоктавные) уровни параметра вибрации, дБ;

ΔL_{wi} — октавные (третьоктавные) весовые поправки, дБ;

i — порядковый номер октавной (третьоктавной) полосы;
 n — число октавных (третьоктавных) полос.

Значения октавных (третьоктавных) весовых коэффициентов (поправок) для общей и локальной вибрации принимаются согласно действующему Гигиеническому нормативу «Предельно допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в помещениях жилых и общественных зданий», утвержденному постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 26.12.2013 № 132.

Для обозначения различных форм частотной коррекции (октавных и третьоктавных весовых поправок) используются разные индексы: d , k , h .

Частотную коррекцию W_h используют для определения локальной вибрации по осям X , Y , Z ;

Для определения общей вибрации по оси Z применяют частотную коррекцию W_k ; по осям X , Y применяют частотную коррекцию W_d .

Применение разных частотных коррекций исходит из того, что частотные характеристики механического импеданса тела человека в вертикальном и горизонтальном направлениях значительно отличаются, что определяет разное восприятие и действие вибраций.

Числовые значения функций частотных коррекций (октавные и третьоктавные весовые поправки) приведены в приложении 2 настоящей Инструкции.

Методика расчета скорректированного по частоте уровня параметра вибрации приведена в приложении 3 настоящей Инструкции.

14. Предельно допустимый уровень (далее — ПДУ) вибрации — уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 ч в неделю), в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

15. Нормируемыми параметрами постоянной вибрации (общей и локальной) в соответствии с ТНПА являются:

- средние квадратические значения виброускорения (виброскорости), измеряемые в октавных (третьоктавных) полосах в нормируемом частотном диапазоне, или их логарифмические уровни, определяемые в соответствии с пп. 11, 12 настоящего приложения;

- скорректированное по частоте значение виброускорения (виброскорости) или их логарифмические уровни, определяемые в соответствии с п. 13 настоящего приложения.

16. Логарифмические уровни вибрации должны определяться:

- для виброскорости — относительно опорного значения 5×10^{-8} м/с;
- для виброускорения — относительно опорного значения 3×10^{-4} м/с².

В некоторых моделях приборов опорное значение для виброускорения составляет 10^{-6} м/с² и логарифмические уровни относительно данного опорного значения превышают на 50 дБ логарифмические уровни относительно опорного

значения $3 \times 10^{-4} \text{ м/с}^2$. Поэтому для сравнения с гигиеническими нормативами в этом случае из измеренных уровней виброускорения вычитают 50 дБ.

17. Нормируемыми параметрами непостоянной вибрации (общей и локальной) в соответствии с ТНПА являются эквивалентные (по энергии) скорректированные по частоте значения параметра вибрации (или их логарифмические уровни) в октавных (третьоктавных) полосах в нормируемом частотном диапазоне.

18. Эквивалентный скорректированный по частоте уровень параметра вибрации для оценки непостоянной вибрации ($L_{W_{\text{экв}}}$), дБ. Измеряется с применением интегрирующих виброметров, или рассчитывается по формуле (5) на основании эквивалентных уровней $L_{W_{\text{экв}i}}$, измеренных в октавных (третьоктавных) полосах частот.

Пример расчета эквивалентного скорректированного по частоте уровня параметра вибрации приведен в приложении 4 настоящей Инструкции.

19. Эквивалентный (по энергии) скорректированный по частоте уровень параметра вибрации за время оценки $L_{W_{\text{экв}T_0}}$, — это скорректированный уровень параметра вибрации с учетом времени воздействия вибрации в течение рабочей смены (8 ч), определяемый по формуле:

$$L_{W_{\text{экв}T_0}} = 10 \lg \left[(1/T_0) \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{W_{\text{экв}i}}} \cdot T_i \right], \quad (6)$$

где $L_{W_{\text{экв}i}}$ — эквивалентный уровень за время T_i , дБ;

T_i — время воздействия вибрации с уровнем $L_{W_{\text{экв}i}}$, ч;

n — общее число интервалов за смену;

$T_0 = 8$ ч.

Пример расчета эквивалентного скорректированного по частоте уровня параметра вибрации с учетом времени воздействия вибрации в течение рабочей смены приведен в приложении 4 настоящей Инструкции.

20. Нормируемыми параметрами импульсной локальной вибрации являются пиковый уровень виброускорения и соответствующее ему допустимое количество вибрационных импульсов за рабочую смену и 1 ч работы.

21. Пиковое значение вибрации (или его логарифмический уровень) — значение (уровень), измеренное на временной характеристике «пик» измерительного прибора; определяется по максимальному показанию за время измерения.

22. Допустимое количество вибрационных импульсов импульсной локальной вибрации в зависимости от пиковых уровней виброускорения приведено в Гигиеническом нормативе «Предельно-допустимые и допустимые уровни нормируемых параметров при работах с источниками производственной вибрации, вибрации в помещениях жилых и общественных зданий», утвержденном постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 26.12.2013 № 132.

**Числовые значения функций частотных коррекций
(октавные и третьоктавные весовые поправки)**

Общая вибрация			Локальная вибрация	
Средне-геометрическая частота, Гц	W_d , дБ	W_k , дБ	Средне-геометрическая частота, Гц	W_h , дБ
0,5	-1,37	-7,56	6,3	-2,77
0,63	-0,50	-6,77	8	-1,18
0,8	-0,08	-6,44	10	-0,43
1	0,10	-6,33	12,5	-0,38
1,25	0,06	-6,29	16	-0,96
1,6	-0,26	-6,13	20	-2,14
2	-1,00	-5,50	25	-3,78
2,5	-2,23	-3,97	31,5	-5,69
3,15	-3,88	-1,86	40	-7,72
4	-5,78	-0,31	50	-9,78
5	-7,78	0,33	63	-11,83
6,3	-9,83	0,46	80	-13,88
8	-11,87	0,32	100	-15,91
10	-13,91	-0,10	125	-17,93
12,5	-15,93	-0,93	160	-19,94
16	-17,95	-2,22	200	-21,95
20	-19,97	-3,91	250	-23,96
25	-21,98	-5,84	315	-25,97
31,5	-24,01	-7,89	400	-28,00
40	-26,08	-10,01	500	-30,07
50	-28,24	-12,21	630	-32,23
63	-30,62	-14,62	800	-34,60
80	-33,43	-17,47	1000	-37,42
100	-36,99	-21,04	1250	-40,97
125	-41,43	-25,50	1600	-45,42

Пример расчета скорректированного по частоте уровня вибрации

Применяется в случаях, когда для измерений применялись приборы, изготовленные до введения в действие ГОСТ ИСО 8041-2006 (ИСО 8041-2005).

1. При измерении общей технологической вибрации прецизионным интегрирующим шумомером модели 800 В производства фирмы «Ларсон-Девис» получены следующие уровни виброускорения в третьоктавных полосах частот по осям:

Частота, Гц	Ось X, дБ	Ось Y, дБ	Ось Z, дБ
1,6	42	47	49
2	43	44	40
2,5	47	46	40
3,15	47	46	39
4	45	45	39
5	46	47	42
6,3	46	48	43
8	43	48	43
10	47	46	42
12,5	47	47	39
16	48	46	47
20	47	47	44
25	46	48	38
31,5	46	47	38
40	47	50	40
50	48	50	42
63	48	52	44
80	51	53	46

2. От полученных значений отнимаем весовые коэффициенты из приложения 2 W_k для оси Z и W_d для осей X и Y и получаем скорректированные спектры:

Частота, Гц	Ось X, дБ	Ось Y, дБ	Ось Z, дБ
1,6	41	47	43
2	43	44	34
2,5	47	45	36
3,15	47	44	37
4	45	41	39
5	46	41	42
6,3	45	40	43

8	41	38	43
10	43	34	42
12,5	41	33	38
16	40	30	45
20	37	29	40
25	34	28	32
31,5	32	25	30
40	31	22	30
50	30	20	30
63	28	21	29
80	27	20	29

3. По формуле 5 определяем скорректированный по частоте уровень вибрации (одночисловая характеристика) для каждой оси:

- для оси X: $L_{kwx} = 10 \lg(10^{4,1} + 10^{4,3} + 10^{4,7} + 10^{4,7} + 10^{4,5} + 10^{4,7} + 10^{4,5} + 10^{4,1} + 10^{4,3} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{3,7} + 10^{3,4} + 10^{3,2} + 10^{3,1} + 10^{3,0} + 10^{2,8} + 10^{2,7}) = 54,8 \text{ дБ};$

- для оси Y: $L_{kwy} = 10 \lg(10^{4,7} + 10^{4,4} + 10^{4,4} + 10^{4,5} + 10^{3,7} + 10^{3,6} + 10^{4,1} + 10^{4,1} + 10^{4,0} + 10^{3,8} + 10^{3,4} + 10^{3,3} + 10^{3,0} + 10^{2,9} + 10^{2,8} + 10^{2,5} + 10^{2,2} + 10^{2,0} + 10^{2,1} + 10^{2,0}) = 52,6 \text{ дБ};$

- для оси Z: $L_{kwz} = 10 \lg(10^{4,3} + 10^{3,4} + 10^{3,6} + 10^{3,7} + 10^{3,9} + 10^{4,2} + 10^{4,3} + 10^{4,3} + 10^{4,2} + 10^{3,8} + 10^{4,5} + 10^4 + 10^{3,2} + 10^3 + 10^3 + 10^3 + 10^{2,9} + 10^{2,9}) = 52,3 \text{ дБ}.$

Полученные результаты округляем до целых чисел и сравниваем с ПДУ вибрации, регламентируемыми действующими ТНПА.

Пример расчета эквивалентного корректированного по частоте уровня вибрации с учетом времени воздействия

1. Эквивалентный (по энергии) корректированный по частоте уровень параметра вибрации определяется по формуле (5) приложения 1 к настоящей Инструкции.

При оценке условий машиниста автомобильного крана на базе автомобиля МАЗ 533702 проведены замеры уровней вибрации и проведен хронометраж рабочего времени.

Измерения проведены измерителем общей и локальной вибрации Октава-101 ВМ.

Получены следующие результаты:

Наименование технологической операции	Ось измерения	Измеренные уровни виброускорения, Дб в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
		1	2	4	8	16	31,5	63
При движении по асфальтированной дороге	Z	102	105	103	106	109	107	94
	X	107	105	108	105	108	105	98
	Y	103	100	104	107	106	105	100
При выполнении погрузочно-разгрузочных работ	Z	–	74	72	76	95	79	78
	X	–	71	69	75	99	84	88
	Y	–	71	69	73	93	80	88

Поскольку у измерителя общей и локальной вибрации Октава-101 ВМ опорное значение для виброускорения составляет 10^{-6} м/с² и логарифмические уровни относительно данного опорного значения превышают на 50 дБ логарифмические уровни относительно опорного значения 3×10^{-4} м/с² для сравнения с гигиеническими нормативами из измеренных уровней вычитаем 50 дБ.

Измеренные уровни составляют:

Наименование технологической операции	Ось измерения	Измеренные уровни виброускорения, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц						
		1	2	4	8	16	31,5	63
При движении по асфальтированной дороге	Z	52	55	53	56	59	57	44
	X	57	55	58	55	58	55	48
	Y	53	50	54	57	56	55	50
При выполнении погрузочно-разгрузочных работ	Z	–	24	22	26	45	29	28
	X	–	21	19	25	49	34	38
	Y	–	21	19	23	43	30	38

Следует отметить, что измеритель общей и локальной вибрации Октава-101 ВМ позволяет сразу получить значения скорректированный по частоте уровень виброускорения для данной временной характеристики.

Для примера определяем в соответствии с п. 13 приложения 1 к инструкции (формула 5) скорректированные по частоте параметры вибрации (округляем до целых значений):

- для транспортной:

$$L_{WZ} = 10 \lg (10^{5,2} + 10^{5,5} + 10^{5,3} + 10^{5,6} + 10^{5,9} + 10^{5,7} + 10^{4,4}) = 64;$$

$$L_{Wx} = 10 \lg (10^{5,7} + 10^{5,5} + 10^{5,8} + 10^{5,5} + 10^{5,8} + 10^{5,5} + 10^{4,8}) = 64;$$

$$L_{Wy} = 10 \lg (10^{5,3} + 10^{5,0} + 10^{5,4} + 10^{5,7} + 10^{5,6} + 10^{5,5} + 10^{5,0}) = 63;$$

- для транспортно-технологической:

$$L_{WZ} = 10 \lg (10^{2,4} + 10^{2,2} + 10^{2,6} + 10^{4,6} + 10^{4,9} + 10^{2,8}) = 45;$$

$$L_{Wx} = 10 \lg (10^{2,1} + 10^{1,9} + 10^{2,5} + 10^{4,9} + 10^{3,4} + 10^{3,8}) = 50;$$

$$L_{Wy} = 10 \lg (10^{2,1} + 10^{1,9} + 10^{2,3} + 10^{4,3} + 10^{3,0} + 10^{3,8}) = 44.$$

По данным хронометража рабочего времени воздействию транспортной вибрации оператор подвергается 85 мин (17,7%) в течение рабочей смены, транспортно-технологической — 260 мин (54%).

Эквивалентные скорректированные по частоте уровни вибрации с учетом времени воздействия определяем в соответствии с п. 19 по формуле 6.

$$L_{\text{ЭКВ} \cdot WZ} = 10 \lg [1 / 480 (10^{6,4} \times 85 + 10^{4,5} \times 260)] = 58;$$

$$L_{\text{ЭКВ} \cdot Wx} = 10 \lg [1 / 480 (10^{6,4} \times 85 + 10^{5,0} \times 260)] = 57;$$

$$L_{\text{ЭКВ} \cdot Wy} = 10 \lg [1 / 480 (10^{6,3} \times 85 + 10^{4,4} \times 260)] = 58.$$

Предельно допустимые эквивалентные скорректированные уровни составляют для транспортной вибрации по оси Z — 65 дБ, по осям X, Y — 62 дБ.

Предельно допустимые эквивалентные скорректированные уровни составляют для транспортно-технологической вибрации по всем осям — 59 дБ.

Как видно из результатов расчета, эквивалентные скорректированные уровни по всем осям не превышают предельно допустимых.

В случае когда установлено превышение предельно допустимых уровней, гигиеническую оценку следует производить в соответствии с Санитарными нормами и правилами «Гигиеническая классификация условий труда», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 № 211.

Требования по выбору и монтажу малогабаритных акселерометров

Основными требованиями к акселерометру являются высокая чувствительность, широкий частотный диапазон и минимальная масса.

Для измерения локальной импульсной вибрации используются малогабаритные пьезоэлектрические акселерометры. Их технические характеристики отличаются широкими частотными и динамическими диапазонами, линейными характеристиками в этих диапазонах, прочной конструкцией, надежностью и стабильностью параметров. Чувствительным элементом такого акселерометра является диск из пьезоэлектрического материала. При растяжении, сжатии или сдвиге пьезоэлектрический материал генерирует на своих поверхностях, к которым прикреплены электроды, электрический заряд, пропорциональный воздействующей силе.

С целью выбора оптимальной модели акселерометра следует ознакомиться с его техническими характеристиками и принять во внимание следующее:

- масса акселерометра должна быть в 10 или более раз меньше массы объекта, механические колебания которого подлежат измерению;

- частотный диапазон, в котором проводятся измерения, должен находиться в пределах линейного участка частотного диапазона используемого акселерометра;

- максимальное значение измеряемого акселерометром ускорения механических колебаний не должно превышать $1/3$ допустимого для него значения;

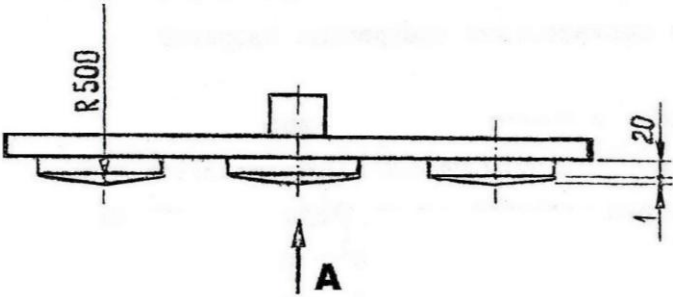
- при измерении механических колебаний и ударов с большими амплитудами используется акселерометр с относительно низкой чувствительностью, для механических колебаний и ударов с малыми амплитудами — акселерометр с высокой чувствительностью;

- большинство акселерометров рассчитано на работу при температурах до 250°C . При более высоких температурах следует применять охлаждение корпуса или использовать специальные акселерометры;

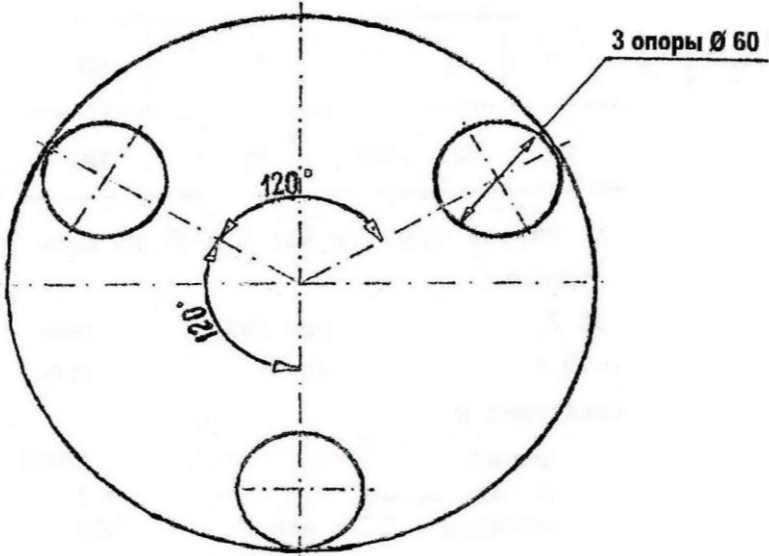
- при измерении импульсной вибрации резонансная частота вибродатчика должна быть значительно выше верхней частоты нормируемого диапазона.

Крепление акселерометра на поверхности исследуемого объекта является одним из самых важных условий достижения точных результатов в виброизмерительной практике. Ненадежное крепление влечет за собой уменьшение резонансной частоты. Идеальным является крепление на гладкой плоской поверхности прочной стальной шпилькой с резьбой.

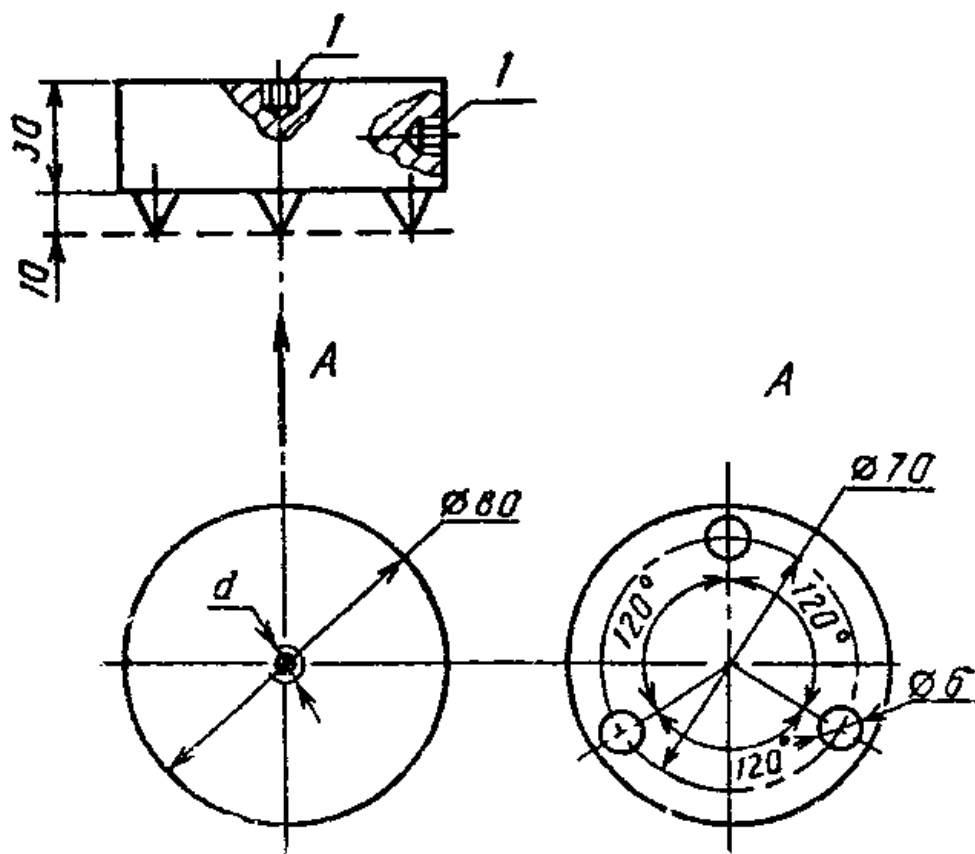
Рекомендуемые конструкции и размеры дисков для измерения вибрации



Вид А



Чертеж 1

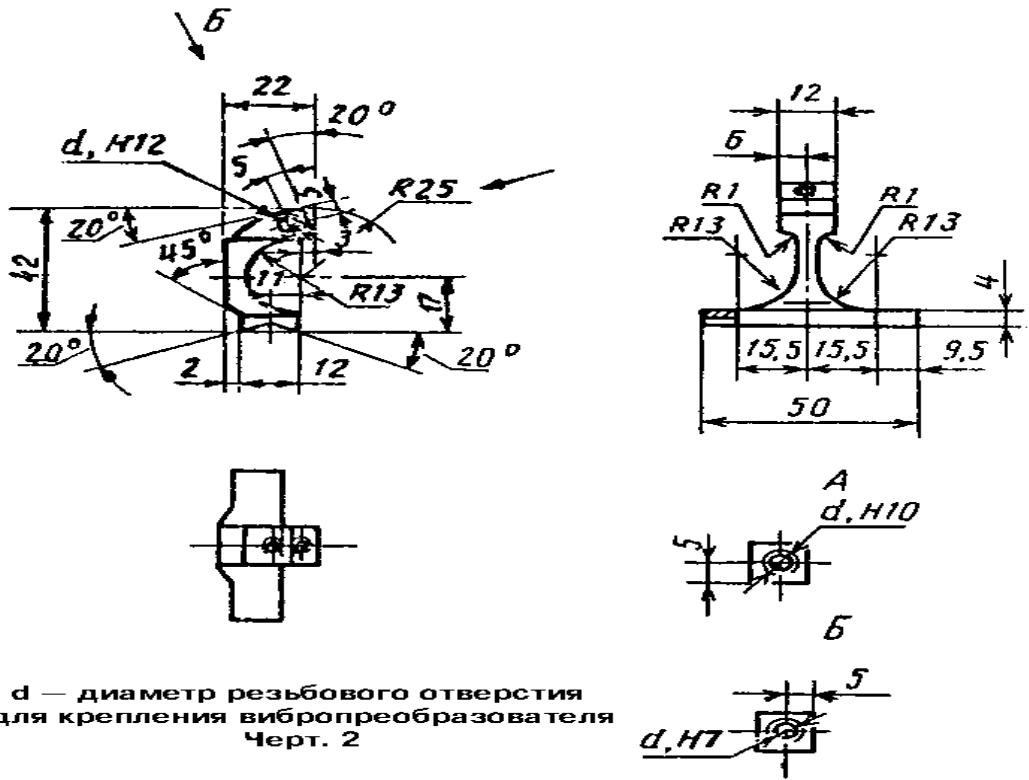


1 - резьбовое отверстие для крепления вибропреобразователя
или кубика под вибропреобразователь

Чертеж 2



Рисунок 1



Чертеж 3

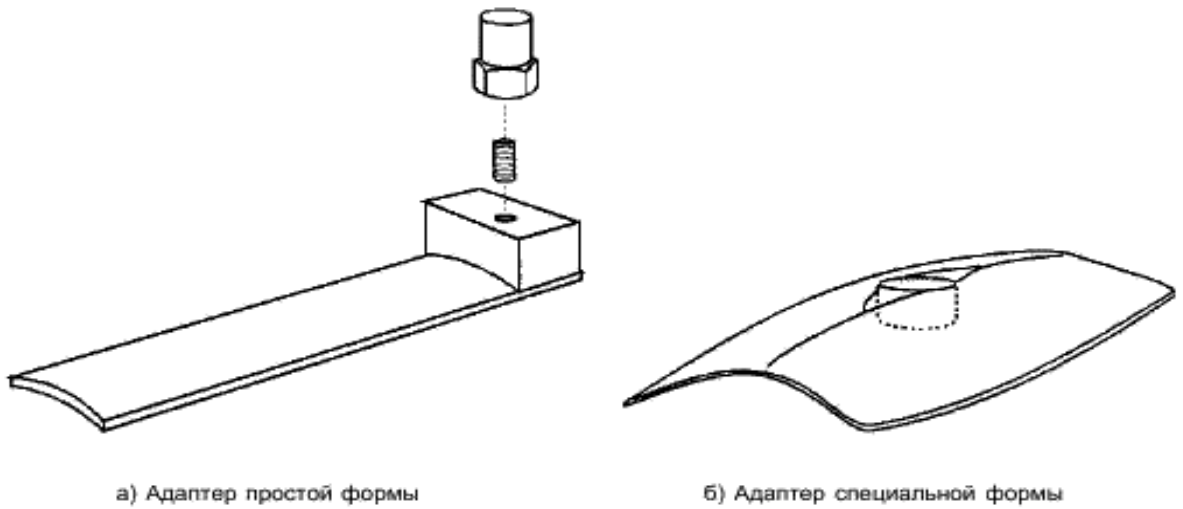


Рисунок 2

Минимальное время измерения

Полосы частот, Гц	Время измерения, с	
	вибрация общая	вибрация локальная
1	108	–
2	30	–
4	20	–
8	10	10
16 и выше	5	5

При минимальном времени измерения обеспечивается статистическая погрешность оценки уровня ± 3 дБ. Доверительная вероятность в этом случае составляет 0,90.

Десятикратное увеличение продолжительности измерений приводит к уменьшению данной погрешности до ± 1 дБ. Доверительная вероятность в этом случае составляет 0,95.

При проведении измерений непостоянной вибрации интегрирующими виброметрами допускается уменьшать время измерения, если во время измерения значения измеряемого параметра меняются не более чем на 1 дБ.

Определение среднего значения уровней

Средний уровень виброускорения рассчитывается для каждой оси по формуле:

$$\bar{L} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right) - 10 \lg n$$

где n — количество измерений;

L_i — среднеквадратичное значение виброускорения по оси.

Если разница максимального и минимального значений $L_i \leq 5$, допускается средний уровень определять по формуле:

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

Таблица — Значения выражения $10 \lg n$ для различных значений n

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	30	50	100
$10 \lg n$, дБ	0	3	4,8	6	7	7,8	8,5	9	9,5	10	10,8	11,5	12	13	15	17	20

При равных слагаемых уровнях, т. е. при $L_1 = L_2 = \dots = L_n = L$, \bar{L} можно определять по формуле

$$\bar{L} = L + 10 \lg n$$

Пример формы протокола измерения вибрации

Гриф учреждения

Гриф утверждения

Сведения об аккредитации лаборатории

Протокол на __ листе(ах)
в __ экземпляре(ах)

ПРОТОКОЛ № _____
измерений вибрации

Место проведения измерений: _____

Адрес: _____

Дата и время измерений: _____

Цель измерения: _____

При измерениях присутствовали: _____

Технические нормативные правовые акты, в соответствии с которыми проводились измерения:

Технические нормативные правовые акты, в соответствии с которыми давалось заключение: _____

Средства измерения и сведения о поверке:

Средство измерения	Заводской номер	Свидетельство №	Действительно до

Условия проведения измерений: температура воздуха: _____
относительная влажность воздуха: _____
атмосферное давление: _____

Основные источники вибрации: _____

Результаты измерений

Должность проводившего измерения	_____	_____
	(подпись)	(И.О.Фамилия)
Должность руководителя лаборатории	_____	_____
	(подпись)	(И.О.Фамилия)

Заключение специалиста государственного санитарного надзора, с указанием должности, фамилии, имени, отчества.

Примеры гигиенической оценки величины воздействия на работников импульсной локальной вибрации

Пример 1. Рихтовщик резиновой битой рихтует детали. За смену он наносит 5700 ударов, вибрация при этом действует только от инструмента (на правую руку). Получены следующие значения пиковых уровней виброускорения L_p : 135; 140; 141; 134; 132; 143; 140; 135; 138; 133 дБ.

Алгоритм обработки и гигиенической оценки следующий. В связи с тем, что L_{pi} различаются более чем на 5 дБ, среднее значение L_{pcp} вычисляется по формуле (1) и округляется до целого:

$$L_{pcp} = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{pi}} \right) = 138 \text{ дБ.}$$

Согласно ТНПА среднему значению 138 дБ соответствует ближайшее к нему по величине табличное значение $L_{птабл} = 140$ дБ. Полученному $L_{птабл} = 140$ дБ согласно ТНПА соответствует допустимое число вибрационных импульсов 5000.

Исходные данные для наглядности заносим в таблицу (исходные данные примера представлены в таблице 1 настоящего приложения).

Таблица 1 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Инструмент (правая рука)
Уровень L_{pcp} , дБ	138
Уровень $L_{птабл}$, дБ	140
Измеренное число импульсов	5700
Допустимое число импульсов	5000
Величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	1,14
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	1,14

Из таблицы 1 настоящего приложения следует, что превышена допустимая величина вибрационного воздействия (1,14 вместо 1,0). Снижение до допустимой величины достигается уменьшением фактического числа импульсов до 5000.

В данном примере следует обратить особое внимание на то, что при определении L_{pcp} по формуле (2):

$$L_{pcp} = 1/n \times \sum_{i=1}^n L_{pi} = 137,1 \text{ дБ,}$$

допустимое количество импульсов было бы определено неверно (16000 вместо 5000) и величина вибрационного воздействия оказалась бы в норме.

Пример 2. Выколотчик-доводчик на протяжении рабочей смены обрабатывает детали ручными молотками разной массы. В среднем дюралевым молотком со стальными накладками массой 0,5 кг он наносит 920 ударов, стальным молотком массой 1,2 кг — 320 ударов; пиковые уровни виброускорения на этих инструментах составляли 135 и 152 дБ соответственно, а на обрабатываемых деталях — 122 и 145 дБ.

Как следует из таблицы 2 настоящего приложения, величины вибрационного воздействия на правой руке составляют для двух видов работ 0,06 и 0,64, а суммарная величина вибрационного воздействия на правой руке равна 0,7. Суммарная величина вибрационного воздействия на левой руке составляет в разгах $0,01+0,64 = 0,65$ и также не превышает допустимого значения.

Таблица 2 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Инструмент (правая рука)		Детали (левая рука)	
	Уровень L_{Pcp} , дБ	135	152	122
Уровень $L_{Pтабл}$, дБ	135	150	120	145
Измеренное число импульсов	920	320	920	320
Допустимое число импульсов	16000	500	160000	500
Величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	0,06	0,64	0,01	0,64
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	0,7		0,65	

Пример 3. Выколотчик-доводчик на протяжении рабочей смены обрабатывает детали ручными молотками разной массы и в среднем дюралевым молотком со стальными накладками массой 0,5 кг он наносит 920 ударов, текстолитовым молотком массой 0,35 кг — 5200 ударов и стальным молотком массой 1,2 кг — 320 ударов; пиковые уровни виброускорения на этих инструментах составляли 135; 140 и 152 дБ соответственно, а на обрабатываемых деталях — 122; 130 и 145 дБ.

Как следует из таблицы 3 настоящего приложения, превышение допустимой величины суммарного вибрационного воздействия имеет место только на правой руке (1,74 раза относительно допустимой). Это превышение дает в основном работа текстолитовым молотком $L_{Pcp} = 140$ дБ (5200 вибрационных импульсов). Следовательно, снизить до допустимой суммарную величину вибрационного воздействия необходимо, прежде всего, за счет сокращения работы этим молотком, например, до 0,3 раза. Этому будет

соответствовать 1500 импульсов. Суммарная же величина вибрационного воздействия составит в разгах $0,06 + 0,3 + 0,64 = 1,0$, чему будет соответствовать количество вибрационных импульсов $920 + 1500 + 320 = 2740$.

Таблица 3 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Инструмент (правая рука)			Детали (левая рука)		
	Уровень L_{Pcp} , дБ	135	140	152	122	130
Уровень $L_{Pтабл}$, дБ	135	140	150	120	130	145
Измеренное число импульсов	920	5200	320	920	5200	320
Допустимое число импульсов	16000	5000	500	16000	16000	500
Величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	0,06	1,04	0,64	0,01	0,32	0,64
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	1,74			0,97		

Пример 4. Рихтовщик в среднем 53 мин в смену обрабатывает детали на пресс-молоте, который работает с частотой 5 Гц. Пиковый уровень виброускорения на деталях, которые он удерживает двумя руками, составляет 129 дБ. За время работы пресс-молота в течение 53 мин с частотой 5 Гц количество импульсов составит 15900.

Как следует из таблицы 4 настоящего приложения, величина вибрационного воздействия на правой руке 0,99 не превышает допустимую, величина вибрационного воздействия на левой руке составляет 0,99 и также не превышает допустимого значения.

Таблица 4 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Инструмент (правая рука)	Детали (левая рука)
Уровень L_{Pcp} , дБ	129	129
Уровень $L_{Pтабл}$, дБ	130	130
Измеренное число импульсов	15900	15900
Допустимое число импульсов	16000	16000
Величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	0,99	0,99
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разгах относительно допустимой)	0,99	0,99

Пример 5. Рихтовщик в среднем 4,5 ч в смену обрабатывает детали на пресс-молоте, который работает с частотой 3 Гц. Пиковый уровень виброускорения на деталях, которые он удерживает двумя руками, составляет 125 дБ. Кроме того, он рихтует детали резиновой битой, на рукоятке которой пиковые уровни виброускорения составили 140 дБ, и наносит около 2000 ударов за смену. Вибрация при этом действует только от инструмента (на правую руку).

Из таблицы 5 настоящего приложения следует, что суммарная величина вибрационного воздействия на правой руке превышает допустимую в 1,37 раза. В основном это превышение имеет место за счет работы на пресс-молоте. Следовательно, необходимо сократить работы на нем до 0,6 раза, что составит 30000 вибрационных импульсов ($0,6 \times 50000$) или по времени около 2 ч 40 мин ($4,5 \text{ ч} \times 30000/48600$).

Таблица 5 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Вид работы	
	Работа на пресс-молоте Деталь (обе руки)	
Уровень L_{Pcp} , дБ	125	
Уровень $L_{Pтабл}$, дБ	125	
Измеренное число импульсов	48600	
Допустимое число импульсов	50000	
Величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	0,97	
	Работа битой Инструмент (правая рука)	
Уровень L_{Pcp} , дБ	140	
Уровень $L_{Pтабл}$, дБ	140	
Измеренное число импульсов	2000	
Допустимое число импульсов	5000	
Величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	0,40	
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	правая рука	левая рука
	1,37	0,97

Пример 6. Слесарь, работая ручным молотком наносит в среднем 4800 ударов; пиковые уровни виброускорения на рукоятке молотка составляли 136 дБ, а на обрабатываемой детали 134 дБ.

Из таблицы 6 следует, что при работе слесарным молотком величина вибрационного воздействия на правой руке составляет 0,3, на левой руке — 0,96 и не превышают допустимой.

Таблица 6 — Суммарная величина вибрационного воздействия

Параметры вибрации	Инструмент (правая рука)	Детали (левая рука)
Уровень $L_{P_{cp}}$, дБ	136	134
Уровень $L_{P_{табл}}$, дБ	135	135
Измеренное число импульсов	4800	4800
Допустимое число импульсов	16000	5000
Величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	0,30	0,96
Суммарная величина вибрационного воздействия (в разях относительно допустимой)	0,30	0,96