

# Особенности проведения измерений вибрации в помещениях жилых и общественных зданий.

- Смирнов В.В. - старший научный сотрудник «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»
  - Семинар 16 июня 2022года

- В настоящее время стремительными темпами развивается измерительная техника с цифровой обработкой сигнала, что позволяет измерять одновременно в реальном времени значительное количество необходимых нормируемых параметров. С учетом требований гигиенических нормативов и в связи с возможностями средств измерений, необходимо разрабатывать современные методы измерений общей вибрации. Методы по измерению вибрации в зданиях должны устанавливать единые требования измерений вибрации в помещениях жилых и общественных зданий

- 
- Разработан МУК «Инструментальный контроль и оценка вибрации в жилых и общественных зданиях»
- ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
  
- Взамен
- МУК 4.3.3221-14 «Инструментальный контроль и оценка вибрации в жилых и общественных зданиях»
- МР № 2957-84 «Методические рекомендации по измерению и гигиенической оценке вибрации в жилых помещениях».

- Методические указания устанавливают порядок проведения измерений вибрации в жилых помещениях и помещениях с постоянным и временным пребыванием людей в жилых и общественных зданиях, в палатах больниц и санаториев с целью оценки на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям и гигиеническим нормативам

- применяется при осуществлении :
- - федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и контроля;
- - санитарно-гигиенического мониторинга;
- - санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний и оценок;
- - производственного лабораторного контроля;
- - при оценке уровней вибрации в жилых и общественных зданиях.

- **Контролируемыми параметрами являются:**
- - для постоянной вибрации – среднеквадратичные значения ускорения в  $\text{м/с}^2$  или их логарифмические уровни в дБ в октавных полосах частот, а также среднеквадратичное значение скорректированного ускорения;
- - для непостоянной вибрации – среднеквадратичное значение скорректированного ускорения в  $\text{м/с}^2$  или его логарифмический уровень в дБ, приведенные к опорному временному интервалу.

- **Измеряемой величиной вибрации** является среднеквадратичное значение (уровень) ускорения со стандартизованной частотной коррекцией  $W_m$ , а также среднеквадратичные значения (уровни) ускорения в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16, 31,5 и 63 Гц.
- В СанПиН 1.2.3685-21 используются также термины «эквивалентные скорректированные ускорения, приведенные к нормируемому периоду контроля вибрации и их логарифмические уровни в дБ».

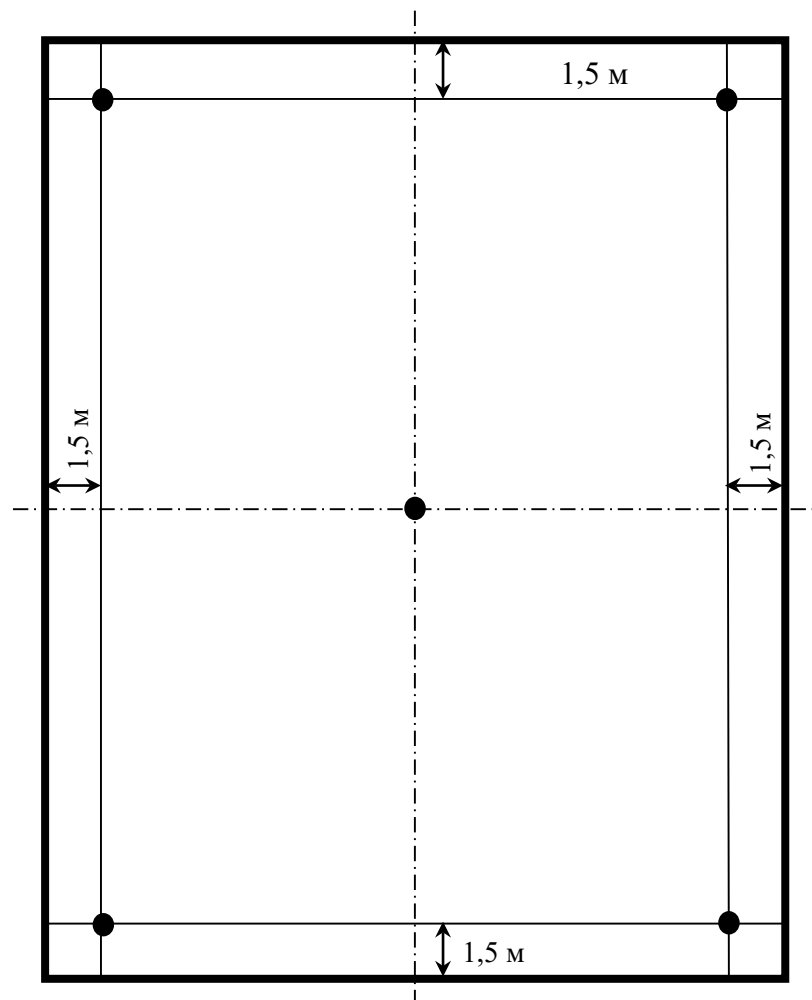
- Выбор точек измерения (контрольных точек).
- Точка для измерений располагается максимально близко к центру помещения или в точке, уровень вибрации в которой максимален или в специально определенных точках исходя из целей измерений.
- Рекомендуется алгоритм выбора точки для измерений, что **исключит субъективный фактор выбора точки измерений с максимальными уровнями для гигиенической оценки вибрации.**
- Точки измерения располагаются на полу помещения.



## АЛГОРИТМ ВЫБОРА ТОЧКИ, УРОВЕНЬ ВИБРАЦИИ В КОТОРОЙ МАКСИМАЛЕН

- При предварительном обследовании помещений, с целью определения контрольной точки, рекомендуется провести приблизительную оценку уровней вибрации в центре помещения и в точках, расположенных на расстоянии 1,5 м от стен в углах помещения. По результатам оценки выбирается точка, вибрация в которой максимальна. Оценка уровня вибрации рекомендуется проводить путем однократных измерений в указанных точках.

# Схема расположения точек, для проведения предварительной оценки



- Исключение помех, вызванных случайными источниками вибрации, осуществляется приостановкой процесса измерения или выбраковкой из результатов измерений.
- Выбраковка результатов отдельного измерения проводится при его отличии более чем на 3 дБ от остальных измерений в серии (промахе), в таком случае необходимо провести повторное измерение.

- Оси чувствительности датчика вибрации ориентируют в вертикальном направлении  $Z$  и двух взаимно перпендикулярных направлениях  $X$  и  $Y$ , совпадающих с направлениями осей симметрии здания.

- Проверка работоспособности СИ и калибровки измерительного тракта проводится в соответствии с эксплуатационной документацией СИ или применяемой методикой измерений с помощью виброкалибратора.
- 
- Проверка выполняется до и после каждой серии измерений. За серию принимаются все измерения, выполненные без резкого изменения внешних условий

- При разнице между уровнем воздействия вибрации и уровнем собственных шумов менее 10 дБ применяется поправка на уровень собственных шумов СИ.
- Уровни собственных шумов следует принимать по эксплуатационной документации СИ или по предварительно полученным протоколам сравнительных измерений с использованием малошумящих датчиков вибрации

- Для определения вклада источника вибрации необходимо проводить измерения посредством включения и отключения данного источника (фоновые значения). Если разность результатов измерения параметра вибрации меньше 10 дБ, применяется поправка.
- Полученные СКЗ ускорения в абсолютных величинах следует округлять до 2-х значащих цифр, а их логарифмические уровни – до десятых долей децибела.

- Для сопоставления с гигиеническим нормативом измеренное значение ( $a_w$  и  $L_a$ ) приводят к продолжительности опорного временного интервала ( $a_{w,контр}$ ,  $L_{a,контр}$ ), определяют суммарное количество оцениваемых событий и устанавливают продолжительность воздействия вибрации  $T_{возд}$  (в минутах):

- $$a_{w,контр} = a_w \sqrt{\frac{T_{возд}}{T_{контр}}};$$

- $$L_{a,контр} = L_a + 10 \lg \left( \frac{T_{возд}}{T_{контр}} \right).$$



- При измерении вибрации редких единичных событий, время воздействия  $T_{\text{возд}}$  (в минутах) принимают равным произведению количества оцениваемых событий на 5 минут по формуле :
- $$T_{\text{возд}}(\text{МИН}) = n_{\text{соб}} \times 5 ,$$
- где  $n_{\text{соб}}$  – количество оцениваемых событий на опорном временном интервале.

- **ПОПРАВКИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ**
- Если разность между измеряемым уровнем виброускорения и уровнем собственных шумов/фона менее 10 дБ, необходимо вносить поправку в результаты измерения:
- **Точное значение поправки вычисляется по формуле:**
- $$K = -10 \lg(1 - 10^{-0,1 \cdot \Delta L}),$$
- где  $\Delta L$  – разность уровней результата измерения и собственного шума средства измерения/фона.
- **Поправки для целых значений  $\Delta L$  приведены в таблице.**

## Учет влияния собственных шумов/фона

Разность уровней ускорения собственных шумов/фона, дБ	3	4	5	6	7	8	9	10	более 10
Разность значений измеряемого и уровня шумов/фона, дБ	3,0	2,7	2,2	1,8	1,4	1,2	0,9	0,8	0

- Прямые однократные измерения среднеквадратичного скорректированного виброускорения и виброускорений в октавных полосах частот или их уровней, выполняются в соответствии с методикой, изложенной в эксплуатационной документации средства измерения.
- Измерения эквивалентных уровней виброускорения за опорный временной интервал проводятся с использованием аттестованных методик.

- В течение периода наблюдений может быть проведено несколько измерений, не менее четырех.
- Продолжительность периодов наблюдения и измерений должна обеспечивать получение параметра вибрации, представительного для всего опорного временного интервала.
- Вибрацию целесообразно измерять одновременно по направлениям трех осей. При измерении одноосевым датчиком вибрации, в случае если уровень скорректированного ускорения в одном из направлений более чем на 10 дБ больше, чем в остальных направлениях, измерения допустимо проводить только по оси направления с максимальной вибрацией.

- Для непрерывно действующей непостоянной вибрации проводят прямое измерение скорректированного ускорения (разница показаний не более 3 дБ или в 1,41 раза при измерении в  $\text{м/с}^2$ ).
- При разнице показаний более 3 дБ проводят дополнительные измерения, увеличивают время измерения, устраняют внешние помехи.
- Продолжительность одного измерения составляет не менее 5 минут. Измерения проводят до тех пор, пока уровень ускорения не перестанет изменяться более чем на  $\pm 0,5$  дБ (в 1,06 раза при измерении в  $\text{м/с}^2$ ).

- В качестве критерия достаточности времени измерения **при переходных процессах, короткой длительности и случайных ударах,** допускается применение оценки пик-фактора. За результат измерения принимается среднее значение эквивалентного скорректированного ускорения.

- 1. Пик-фактор – отношение пикового значения к среднеквадратичному значению скорректированного ускорения.
- 2. Пиковое значение – максимальное значение за время измерения.
- 3. Пик-фактор не должен превышать величину 9.
- $$\frac{a_{max}}{a_w} \leq 9,$$
- где  $a_{max}$  – максимальное значение скорректированного ускорения за время измерения,  $a_w$  – среднеквадратичное значение скорректированного ускорения за время измерения.
- 4. При превышении - увеличить длительность измерения еще на пять минут, если условие не выполняется, то измерения останавливают, а данный результат признают как промах.



- Результаты измерений представляют с расширенной неопределенностью измерений.
- Неопределенность измерений уровней виброускорения, дБ, зависит от источника общей вибрации, продолжительности измерений, расстояния между источником и точкой измерения, измерительной аппаратуры и др.

- В качестве качества расширенной неопределенности измерений  $U(N)$  применяют односторонний интервал охвата усредненного уровня виброускорения, дБ с уровнем доверия  $N$  % и коэффициентом охвата  $k$ :
- $U(N) = k \cdot u$ , дБ,
- где  $k$  - коэффициент охвата для данного уровня доверия  $N$ ,  $u$  - стандартная неопределенность измерения, дБ.
-

- Принят односторонний интервал охвата с уровнем доверия  $N = 95\%$ , что соответствует коэффициенту охвата  $k = 1,65$ , т.к. полученные значения являются арифметическими средними нормально распределенными независимыми повторными наблюдениями. Это означает, что 95% полученных значений измеряемой величины окажутся ниже верхней границы интервала охвата, равной  $(\bar{L} + U)$ .

- По результатам нескольких аналогичных измерений уровней виброускорения, вычисляют среднее значение  $\bar{L}$  (разброс не более 3 дБ). Можно вычислить среднее значение уровня виброускорения, не переводя в абсолютные величины по формуле:

- $$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i , \text{ дБ},$$

- где  $L_i$  - значение измеренного и откорректированного уровня виброускорения, полученное для  $i$ -го измерения в данной точке измерения, дБ,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  - общее количество измерений в данной точке.

- Использование среднего арифметического уровня виброускорения значительно упрощает оценку среднего уровня в процессе проведения измерений.

- Гигиеническая оценка вибрации в жилых и общественных зданиях проводится на соответствие требованиям гигиенических нормативов СанПиН 1.2.3685-21.
- Оценка соответствия результатов измерения нормативам производится с учетом положений действующего государственного стандарта ГОСТ Р ИСО/МЭК 10576-1 «Статистические методы. Руководство по оценке соответствия установленным требованиям. Часть 1. Общие принципы».

- 

СПАСИБО

ЗА

ВНИМАНИЕ!