

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра технологии строительного производства**

## ***Лабораторная работа №2***

**по курсу «Охрана труда» на тему  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ»  
(методические указания)**

**Брест 2007**

УДК 331.04

В работе изложена методика выполнения лабораторной работы по исследованию и гигиенической оценке производственной вибрации.

Лабораторная работа составлена коллективом кафедры «Технология строительного производства» Учреждения образования «Брестский государственный технический университет».

Составители: С.М. Семенюк, доцент, к.т.н.  
П.П. Ивасюк, доцент,  
В.П. Щербач, доцент,  
Н.А. Сташевская, доцент, к.т.н.,  
Г.В. Лешко,  
Д.В. Коркошук,  
Ю.В. Терпиловский.

## 1. Цель работы

Приобретение практических навыков измерения и санитарно-гигиенической оценки производственной вибрации, определение эффективности защитных мер.

## 2. Общие сведения о вибрации

**Вибрация** – колебательные движения материальной точки или механической системы. Причиной возбуждения вибрации являются возникающие при работе машин и агрегатов неуравновешенные силовые воздействия, кинематическое возбуждение при движении транспортных средств по неровному пути и т.д.

*Основными физическими параметрами вибрации являются:*

- частота  $f_0$ , Гц;
- период колебаний  $T$ , с;
- амплитуда виброперемещения  $A$ , м;
- амплитуда колебательной скорости  $V$ , м/с;
- амплитуда колебательного ускорения  $W$ , м/с<sup>2</sup>.

Эти параметры находятся в следующей зависимости:

$$V = 2\pi \cdot f \cdot A, \text{ м/с}; \quad (1)$$

$$W = A \cdot (2\pi \cdot f)^2, \text{ м/с}^2 \quad (2)$$

Гигиеническими характеристиками вибрации, определяющими её воздействие на человека, являются среднеквадратичные значения виброскорости и её логарифмические уровни. Вибрация оценивается логарифмическим уравнением виброскорости в децибелах.

Логарифмический уровень виброскорости определяют по выражению:

$$L_v = 20 \cdot \lg \frac{V}{V_0}, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где  $V_0$  – пороговое значение виброскорости, равное  $5 \cdot 10^{-8}$  м/с.

**Пороговое значение виброскорости** – это то значение виброскорости, при котором человек едва начинает ощущать действие вибрации.

Логарифмический уровень виброускорения вычисляют по формуле:

$$L_w = 20 \cdot \lg \frac{W}{W_0}, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где  $W_0$  – пороговое значение виброускорения,  $W_0 = 3 \cdot 10^{-4}$  м/с<sup>2</sup>

### Классификация вибрации:

1. По способу передачи на человека различают **общую и локальную** вибрации. Общая вибрация передается через опорные поверхности стоящего или сидящего человека, локальная – через руки.

2. По направлению вибрация может воздействовать на человека по одной или нескольким осям координат X, Y, Z.

3. По источнику возникновения общая вибрация подразделяется на:

- **транспортную**, которая возникает в результате движения машин по местности;
- **транспортно-технологическую**, которая возникает при движении машин, выполняющих технологические операции в производственном помещении или на специально подготовленных площадках;
- **технологическую**, которая возникает при работе стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Повышенные уровни вибрации оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека и его работоспособность.

Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма. Действие местных вибраций не ограничивается органами, находящимися в соприкосновении с вибрирующими деталями машин, они оказывают влияние на центральную нервную систему и через нее рефлекторно воздействуют на другие органы человека. Под влиянием вибрации наибольшие изменения происходят в нервной и сердечно-сосудистой системах. Неблагоприятное воздействие вибрации выражается в виде утомления, головной боли, болей в суставах кистей рук и пальцев, повышенной раздражительности.

Общая вибрация вызывает в организме более выраженные и стойкие изменения, чем местная. При длительной работе на вибрационном оборудовании у рабочего может развиться «вибрационная болезнь», характеризующаяся нарушением жизнедеятельности наиболее важных органов и систем человека: нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательного аппарата. Большое число поломок и аварий в промышленности является результатом недопустимых параметров вибрации.

Классификация, гигиенические нормы вибрации, требования к вибрационным параметрам производственного оборудования содержатся в ГОСТ 12.1.012 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования". Нормируемыми гигиеническими параметрами вибрации являются: среднеквадратические значения виброскорости (в  $m/c$ ) и логарифмические уровни (в дБ) в октавных полосах частот 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000 Гц.

Вибрация, действующая на человека, нормируется отдельно в каждой стандартной октавной полосе, различно для общей и локальной вибрации, с учетом свойств источника ее возникновения.

*Уменьшение вредного воздействия вибрации на работающих может происходить при выполнении следующих технологических мероприятий:*

- снижение параметров вибрации в самом источнике (воздействие на источник возбуждения, отстройка от режима резонанса, динамическое гашение вибрации, балансировка, своевременный ремонт и др.);
- снижение параметров вибрации на путях ее перемещения от источника (установка оборудования на виброгасящие фундаменты, виброизоляция, применение средств индивидуальной защиты).

Кроме того, уменьшение вредного воздействия вибрации на человека достигается применением комплекса санитарно-гигиенических, организационных и лечебно-профилактических мероприятий.

Из перечисленных мер виброизоляция является наиболее доступным и достаточно эффективным способом защиты рабочих мест, оборудования и строительных конструкций от вибрации, вызываемых работой машин и механизмов. Этот способ защиты заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждений защищаемому объекту при помощи виброизоляторов, помещаемых между ними.

Эффективность виброизоляции оценивается **коэффициентом передачи** (КП), который может быть найден из отношения виброперемещения, виброускорения защищаемого объекта или действующей на него силы к тем же параметрам источника возбуждения:

$$КП = \frac{V_{з.о.}}{V_{ис.}} = \frac{F_{з.о.}}{F_{ис.}} = \frac{W_{з.о.}}{W_{ис.}}, \quad (5)$$

где  $V_{з.о.}$  и  $V_{ис.}$  – амплитуда виброскорости защищаемого объекта и источника возбуждения соответственно, м/с;

$F_{з.о.}$  и  $F_{ис.}$  – передаваемая и возбуждающая сила соответственно, Н;

$W_{з.о.}$  и  $W_{ис.}$  – виброускорение защищаемого объекта и источника возбуждения соответственно, м/с<sup>2</sup>.

Коэффициент передачи также может быть рассчитан по формуле:

$$КП = \frac{1}{\left(\frac{f}{f_0}\right)^2 - 1}, \quad (6)$$

где:  $f_0$  – собственная частота колебаний источника возбуждений, Гц;

$f$  – частота возбуждающей силы, Гц.

Из формулы следует, что при  $f \ll f_0$  возбуждающая сила действует как статическая и целиком передается на основание. При  $f = f_0$  наступает резонанс, сопровождающийся резким ростом уровня вибрации.

Эти частоты определяются по формуле:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{X_{cm} \cdot \frac{g}{n}}}, \quad (7)$$

$$f = \frac{n}{60}, \quad (8)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести;

$X_{cm}$  – статическая осадка системы на виброизоляторах под действием собственной массы;

$n$  – число оборотов в минуту.

Чем ниже собственная частота колебаний по сравнению с частотой возбуждения, тем выше эффективность виброизоляции. Оптимальное отношение частот с учетом гигиенических, технических, экономических

требований составляет 3...4, что соответствует  $KII = \frac{1}{8} \dots \frac{1}{15}$ . Собственная частота системы тем ниже, чем больше статическая осадка.

Эффективность виброизоляции может определяться по формуле:

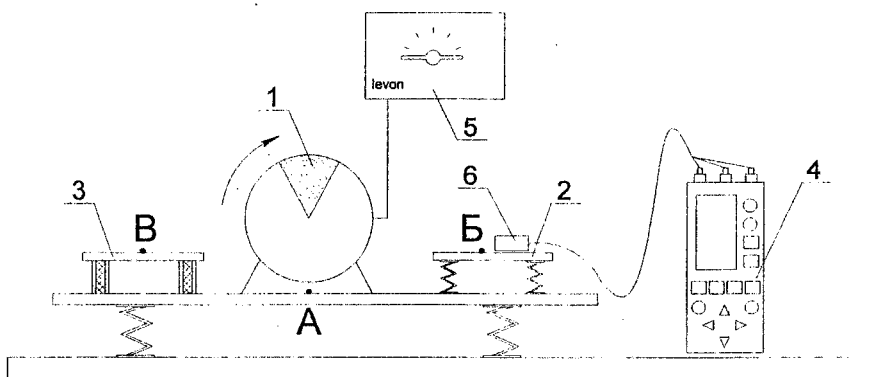
$$\Delta L = 20 \cdot \lg \frac{1}{KII}, \text{ дБ} \quad (9)$$

Для уменьшения вибрации кожухов, ограждений и других деталей, выполняемых из стальных листов, колебания которых происходят в резонансном режиме, применяют **вибропоглощение**. Это достигается нанесением на вибрирующую поверхность материалов, обладающих большим внутренним трением (резины, пластика, вибропоглощающие мастики) и рассеивающих энергию колебаний.

**Виброгашение** осуществляется путем установки агрегатов на виброгасящие основания. Массу фундаментов выбирают таким образом, чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента в любом случае не превышала 0,1...0,2 мм.

### 3. Описание лабораторной установки и методики измерений

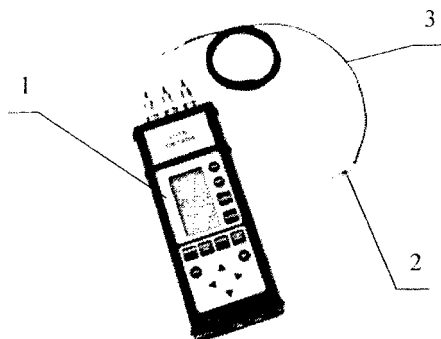
Исследование вибрации и эффективности средств виброизоляции выполняются на установке, схема которой представлена на рис. 1.1. Установка имитирует виброопасное оборудование и рабочие места, расположенные на виброизолированных плитах 2 и 3.



**Рисунок 1.1. Схема лабораторной установки для исследования вибрации:**

А, В – рабочие места; 1 – электродвигатель с дебалансом; 2 – плита на пружинных виброизоляторах; 3 – плита на резиновых виброизоляторах; 4 – виброизмерительный прибор Октава 101В; 5 – источник питания электродвигателя; 6 – ручной датчик

### 3.1. Приборы для измерения вибрации



**Рисунок 1.2. Виброметр ОКТАВА 101В:**

1 – измерительно-индикаторный блок; 2 – трехкомпонентный вибропреобразователь МЗ17А41; 3 – антивибрационный кабель

Виброметр ОКТАВА 101В предназначен для измерения среднеквадратичных, эквивалентных и пиковых уровней виброускорения с целью оценки влияния общей и локальной вибрации на человека на производстве, в жилых и общественных зданиях, а также с целью диагностики состояния промышленного оборудования.

#### **Технические характеристики виброметра ОКТАВА-101В**

Количество каналов измерения: 3.

Режимы измерения вибрации: «Общая» и «Локальная».

Одновременно измеряемые параметры: текущие, минимальные (за все время измерений) и максимальные (за все время измерений) среднеквадратичные уровни виброускорения, эквивалентные (по энергии) и пиковые уровни виброускорения.

Усреднение: 1 с, 5 с, 10 с.

Фильтры:

- октавные фильтры 1 Гц - 63 Гц («Общая»). 8 Гц - 1000 Гц (Локальная), 1/3-октавные фильтры 0.8 Гц - 80 Гц («Общая»), 6.3 Гц - 1250 Гц («Локальная»); Класс 1 по ГОСТ 17168-82 и МЭК 1260-95.
- Корректирующие фильтры  $W_k$ ,  $W_d$ ,  $W_h$  (ГОСТ 12.1.012 и ИСО 2631-1 и ИСО 5349-1)
- Фильтр ЛИН: неравномерность АЧХ в диапазоне 12,5 Гц - 1250 Гц: не хуже  $\pm 0,2$  дБ. Частоты среза по уровню -1 дБ: 10 Гц ( $\pm 10\%$ ): 1370 Гц ( $\pm 10\%$ ). Частоты среза по уровню -3 дБ: 6,3 Гц ( $\pm 10\%$ ): 1400 Гц ( $\pm 10\%$ ).

Усиления 0 дБ. 10 дБ. 20 дБ. 30 дБ.

Диапазон измеряемых среднеквадратичных уровней виброускорений с датчиком М317А41 (в дБ относительно  $10^6 \text{ м/с}^2$ )

	Усиление 0 дБ	Усиление 10 дБ	Усиление 20 дБ	Усиление 30 дБ
Пин	100 - 175 дБ	90- 165 дБ	82- 155 дБ	77- 145 дБ
Wh	100- 175 дБ	90- 165 дБ	80- 155 дБ	77- 145 дБ
Wk	100- 175 дБ	90- 165 дБ	80- 155 дБ	78- 145 дБ
Wd	100 - 175 дБ	90 - 165 дБ	80- 155 дБ	79- 145 дБ

Диапазон измеряемых среднеквадратичных уровней виброускорения с датчиком М317А41 в октавных полосах (1 Гц - 1кГц) при усилении 30 дБ: 70 - 145 дБ.

### 3.2. Меры безопасности при выполнении работы

1. Включение установки под напряжение только после ознакомления с порядком работы на приборе и разрешения лаборанта.
2. До включения приборов в сеть визуально убедиться в исправности изоляции токоведущих частей и наличия заземления у приборов.
3. До включения приборов в сеть установить все переключатели в положение "ОТКЛЮЧЕНО".
4. При обнаружении неисправностей и неполадок в работе лабораторной установки исследования прекратить и немедленно сообщить об этом преподавателю.

### 3.3. Порядок проведения измерений

1. Включить в сеть 220 В регулятор напряжения.
2. Установить напряжение, заданное преподавателем.
3. С помощью виброметра измерить в точках А, Б и В уровни виброускорения.

#### Описание клавиш и реакции на их нажатие

Клавиша	Функция
ВКЛ	Включение питания
ВЫКЛ	Выключение питания
СТАРТ/СТОП	Запуск / остановка измерения
СБРОС	Сброс измеренных данных
ЗАПИСЬ	Запись измеренных данных в память
ПАМЯТЬ	Вход в режим работы с сохраненными в памяти данными
РЕЖИМ/ВЫХОД	1. Выход в меню Настройки. 2. Откат из любого меню процедуры на один шаг назад
УСИЛЕНИЕ	Вход в режим регулирования усиления (диапазона измерений).
↑, ↓, ←, →.	Клавиши перемещения по меню или дисплею
ДА	Подтверждение изменений или выбора параметра
НЕТ	Отказ от изменений или от выбора параметра

#### Порядок работы виброметра в режиме измерения общей вибрации

В режиме измерения общей вибрации порядок работы прибора следующий:

1. Подготовка прибора к работе.
2. Включение прибора.



3. Настройка прибора.
4. Калибровка виброметра.
5. Запуск и остановка измерений. Изменение диапазона измерений.
6. Запись в память.
7. Выключение прибора.

### Подготовка виброметра к работе

Установите датчик на посадочное место, правильно его сориентировав. Затяните надежно центральный винт отверткой. Подсоедините вибродатчик к прибору. Соедините выходы датчика, помеченные X, Y, Z, с входными разъемами прибора 1, 2 и 3 соответственно.

### Включение виброметра

Включение прибора осуществляется клавишей **[ВКЛ]**, а выключение прибора клавишей **[ВЫКЛ]**.

После нажатия клавиши **[ВКЛ]** происходит загрузка программного обеспечения. В это время на экране находится заставка. Нажав клавишу **[РЕЖИМ]**, мы перейдем в меню «НАСТРОЙКА».

Клавиша **[ВЫКЛ]** выключает прибор.

Если аккумуляторы прибора были перед этим полностью разряжены, то после их зарядки (или после подключения виброметра к сети переменного тока) прибор может не включиться с первого раза. В этом случае необходимо нажать несколько раз последовательно клавиши **[ВКЛ]** и **[ВЫКЛ]**. При нажатии необходимо удерживать клавишу в прижатом состоянии на 1-2 секунды.

### Настройка виброметра

Войдите в меню настройки виброметров, нажав клавишу **[РЕЖИМ]**. На дисплее появится следующее меню:

```

НАСТРОЙКА
-----
ПРИМЕЧАН
ОБЩАЯ
X: WD
Y: WD
Z: WK
СПЕКТР НЕТ
Калибровка
Контраст
Подсв.НЕТ
03/09/00
12:30:00
-----
Цбат=4.9В
  
```

1-я опция меню показывает примечание, сделанное к предыдущему измерению

2-я опция меню определяет тип измерения: «Общая» или «Локальная».

3, 4 и 5-я опции меню определяют для каждого канала тип частотной коррекции, которая должна использоваться при измерении скорректированных уровней вибрации.

6-я опция служит для включения и отключения отображения на экране 1/1-и 1/3-октавных спектров вибрации

7-я опция - переход в режим калибровки.

8-я опция - регулировка контрастности.

9-я опция - включение и выключение подсветки экрана.

10 и 11 -- настройка даты и времени соответственно.

В последней строке этого окна выводится напряжение аккумуляторов.

Клавиши **↑** и **↓** позволяют перемещаться по меню «Настройка» вверх и вниз. Чтобы изменить значение нужной опции, необходимо сначала выделить ее (клавиши **↑** и **↓**). Если опция имеет переключаемые значения (например, «Общая/Локальная», «Спектр НЕТ»/«Спектр Да» и т.п.), то клавиши **←** и **→** будут последовательно циклически переключать доступные значения. Выбрав нужное значение, переходите к следующему пункту меню (клавиши **↑** и **↓**).

Настройка виброметра для измерений общей вибрации состоит из следующих шагов.

1. Выделите клавишами **↑** или **↓** вторую опцию и установите клавишей **→** значение «Общая».
2. Установите для каналов X, Y, Z нужные типы частотной коррекции. Если вы установили датчик так, что эти каналы соответствуют направлениям вибрации по ГОСТ 12.01.012-90 и СанПин 2.2.4/2.1.8.566-96, то нужно выбрать следующую комбинацию:
  - для транспортной вибрации - X: Wd, Y: Wd, Z: Wk;
  - для транспортно-технологической и технологической вибраций - X: Wk, Y: Wk, Z: Wk.

Чтобы изменить коррекцию в меню «Настройка», нужно сначала выделить соответствующую строку меню, а затем выбрать нужный тип коррекции клавишей **←→**.

3. Если вы желаете одновременно с корректируемыми уровнями виброускорения измерять спектр в 1/1- и 1/3-октавных полосах частот, то установите в 6-й опции значение «СПЕКТР ДА». В противном случае: «СПЕКТР НЕТ».

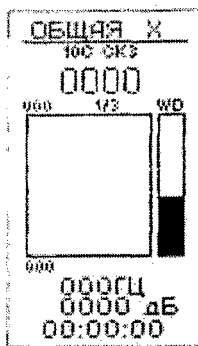
**ВНИМАНИЕ:** пиковые уровни виброускорения выводятся на экран только в режиме «СПЕКТР-НЕТ».

4. Для создания примечания, которое может сохраняться в памяти вместе с измерением, выделите первую опцию меню «НАСТРОЙКА» и перейдите в режим редактирования клавишей **ДА**. Теперь в этой строке выделен только первый символ. Клавиши **←** и **→** перемещают курсор по строке, а клавиши **↑** и **↓** перебирают доступные символы в той позиции, на которой находится курсор. Таким образом, вы можете ввести нужный текст. После ввода подтвердите сделанные изменения клавишей **ДА**. Клавиша **НЕТ** возвращает из режима редактирования без сохранения изменений.

Для выхода из меню «НАСТРОЙКА» нажмите клавишу **РЕЖИМ**.

## Запуск и остановка измерений. Изменение диапазона измерений

После выхода из меню «Настройка» в основное состояние (клавиша РЕЖИМ) на экране появляется окно «Общая X».



Клавиша  $\rightarrow$  переключает оси X, Y, Z

Константа усреднения (1с, 5с, 10с) и тип изображаемых данных (СКЗ, MAX, MIN, LEQ).

Корректированный уровень общей вибрации по выбранной оси (X, Y, Z).

Верхний предел шкалы; тип спектра (1/1- или 1/3-октавы), тип частотной коррекции, которая выбрана для данного канала (WD, WK).

Изображение спектра. 1/1-октавы - 7 полос - 1, 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц; 1/3-октавы - 0.8, 1, 1.25, 1.6, 2, 2.5, 3.15, 4, 5, 6.3, 8, 10, 12.5, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80 Гц

Справа - столбик, соответствующий корректированному уровню (вверху крупным шрифтом).

Частота курсора. Гц. Клавиши  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  перемещают курсор по спектру уровень на частоте курсора и обозначение единиц измерения (дБ)

чч:мм:сс - длительность измерений

Виброметр измеряет большое количество параметров вибрации. Поскольку их невозможно отобразить на экране одновременно, предусмотрена процедура последовательного перебора соответствующих величин.

Клавиши  $\uparrow$  и  $\downarrow$  позволяют последовательно выделить те параметры в этом окне, которые вы можете затем «перелистать» клавишами  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$ . По умолчанию активной является строка, в которой выводится частота курсора. Последовательные нажатия клавиши и выделяют:

- частота курсора,
- нижний предел графика,
- верхний предел графика,
- тип спектра (1/1 или 1/3-октавы),
- константа усреднения (1, 5, 10 с),
- тип данных (СКЗ, MIN, MAX, LEQ),
- канал (X, Y, Z).

В заголовке окна мы видим обозначение канала (X, Y или Z), которому соответствуют результаты на экране. Нажимайте клавишу  $\uparrow$  до тех пор, пока не выделится название канала. Теперь переключите название канала клавишей  $\rightarrow$ .

В следующей строке показана константа усреднения (1, 5, 10 с) и тип данных (СКЗ, MIN, MAX, LEQ). Чтобы переключать эти данные на экране, выделите клавишей  $\downarrow$  или  $\uparrow$  соответствующее поле. Теперь клавиша  $\rightarrow$  переключает доступные значения в выделенном поле. Величины, соответствующие этим параметрам, измеряются одновременно, поэтому их перебор на экране не влечет за собой сброс или искажение измерений.

Если на экране показан 1/1-октавный спектр, а вы желаете увидеть 1/3-октавный, выделите клавишей [↓] или [↑] параметр «1/1» над изображением спектра и переключите его клавишей [↔] в положение «1/3». Это переключение также можно производить в процессе измерений, не боясь потери данных: 1/1- и 1/3-октавные спектры измеряются одновременно независимо друг от друга.

Если вам хочется изменить графическое разрешение спектра (растянуть или сжать график по вертикали), выделите клавишей [↓] или [↑] верхний предел и установите клавишей [↔] нужное разрешение.

Чтобы изменить нижний предел графической шкалы (то есть сдвинуть график вверх или вниз без изменения масштаба), выделите его клавишей [↓] или [↑] и установите нужное значение клавишей [↔].

Внимание: описанное выше изменение верхнего и нижнего графических пределов не влечет за собой изменения усиления, а служит только для настройки удобного изображения результатов.

Чтобы включить частотный курсор и перебрать значения уровней виброускорения на разных частотах спектра, выделите клавишей [↓] строку, в которой выводится частота курсора (третья снизу) и используйте клавиши [←] и [→] для ее изменения. В некоторых версиях прибора последняя строка не выделяется. Вы можете понять, что перешли к управлению курсором, если в окне не выделен ни один другой «переключаемый» параметр.

Если в меню «Настройка» выбрана опция «СПЕКТР-НЕТ», то окно измерений имеет следующий вид:

<b>ОБЩАЯ X</b>		
WD	AE	
СКЗ	100	00
	000	
МАК		
	000	
МИН		
	000	
		00
LED 000		
PK: 000000		
PKT: 000000		
00 00:00		

*Заголовок. Клавиша → переключает оси X, Y, Z*  
*тип част, коррекции для изображаемого канала (WD или WK.)*  
*Константа усреднения (1с, 5с, 10с).*  
*СКЗ-уровень. Справа вертикальный столбик соответствует этому числу.*  
*Максимальный скорректированный уровень.*  
*Минимальный скорректированный уровень.*  
*Эквивалентный уровень.*  
*Текущий скорректированный пик в дБ за время, равное «константе усреднения».*  
*Общий скорректированный пик в дБ за время, равное «длительности измерения».*  
*чч:мм:сс - длительность измерений.*

Клавиши [↓] или [↑] позволяют последовательно выделить:

- Канал измерения (X, Y, Z)
- Константа усреднения СКЗ-уровня

Изменение выделенного параметра осуществляется клавишей [↔].

В процессе измерений пользователь может нажать клавишу [РЕЖИМ] и посмотреть текущие настройки. Возврат в окно измерений осуществляется повторным нажатием клавиши [РЕЖИМ].

Запуск измерения производится клавишей **СТАРТ/СТОП**. О том, что измерения производятся, пользователь видит по изменению длительности измерений в нижней строке. Повторное нажатие клавиши **СТАРТ/СТОП** останавливает процесс измерений без сброса данных и длительности измерения. Клавиша **СБРОС** производит общее обнуление данных и длительности измерений. Она может быть нажата как в состоянии «СТАРТ», так и в состоянии «СТОП».

**ВНИМАНИЕ:** после запуска измерения убедитесь, что измеряемые значения, выводящиеся сверху экрана, попадают внутрь диапазона измерений, соответствующего выбранному усилению (Диапазоны измерения приведены в разделе «Технические характеристики виброметра»). Например, сразу после включения прибор находится в состоянии «Усил. 0», которому соответствует диапазон 100 - 175 дБ (при работе с датчиком M317A41). Если при этом прибор показывает вибрацию ниже 100 дБ, то значит, сигнал слаб и необходимо увеличить усиление прибора. Переход в режим регулирования усиления осуществляется из основного состояния нажатием клавиши **УСИЛЕНИЕ**. Заголовок окна меняется на «УСИЛ. 0 дБ».

Регулирование усиления (изменение пределов измерений) производится с помощью клавиши ↓ или ↑ как в состоянии «СТАРТ», так и в состоянии «СТОП».

Каждое нажатие клавиши ↑ увеличивает усиление с шагом 10 дБ. Соответственно меняется заголовок окна: «УСИЛ. 10 дБ», «УСИЛ. 20 дБ», «УСИЛ. 30 дБ». Максимальное значение коэффициента усиления: +30 дБ. Минимальное - 0 дБ. Клавиша ↓ изменяет коэффициент усиления в обратном порядке. При каждом таком сдвиге происходит сброс всех измеренных данных.

Коэффициент усиления меняется во всех каналах одновременно.

Внимание: при установке усиления 30 дБ к показаниям прибора следует прибавлять 0.5 дБ.

Как правило, для измерений локальной вибрации используют режимы «УСИЛ. 0 дБ» или «УСИЛ. 10 дБ», а для общей вибрации - «УСИЛ. 30 дБ». Следует помнить, однако, что возможны исключения, требующие индивидуального подхода.

Для выхода из режима регулирования усиления нажмите клавишу **РЕЖИМ**.

### Запись в память

Результаты измерения могут быть записаны в память. Для этого нужно, находясь в основном состоянии, нажать клавишу **ЗАПИСЬ**. Запись возможна как при идущих измерениях (состояние «СТАРТ»), так и при остановленных (состояние «СТОП»). Если нажать клавишу **ЗАПИСЬ**, когда прибор находится в состоянии «СБРОС», запись данных не производится.

Записываются все данные, доступ к которым осуществляется из экрана основного состояния без входа в меню «Настройка», а также дата и время момента нажатия кнопки [ЗАПИСЬ] и примечание, которое в данный момент приписано к измерению.

#### **Выключение прибора**

После завершения работы, выключите виброметр, нажав клавишу [ВЫКЛ].

4. Результаты измерений вносятся в протокол измерений вибрации (приложение 1).

4. Включить в сеть 220 В регулятор напряжения.
5. Установить напряжение, заданное преподавателем.
6. С помощью виброметра измерить в точках А, Б и В уровни виброускорения.

#### **4. Порядок выполнения работы**

1. Включить установку в сеть с разрешения преподавателя или лаборанта.
2. Установить напряжение, заданное преподавателем.
3. Произвести измерения уровней вибрации в дБ в точках А, Б, В (рис. 1.1) при заданных преподавателем режимах работы источника вибрации.
4. Результаты измерений вносятся в протокол измерений вибрации (приложение 1).
5. Определите эффективность различных вариантов виброизоляции (приложение 2, 3, 4).

#### **5. Содержание отчета**

1. Название и цель лабораторной работы, краткие теоретические сведения о вибрации.
2. Схема лабораторной установки.
3. Данные измерений в виде протокола (приложение 1).
4. Санитарно-гигиеническая оценка параметров производственной вибрации и эффективности защитных мер (приложение 2, 3, 4).

#### **6. Контрольные вопросы**

1. Что называется вибрацией? Назовите параметры вибрации.
2. Как рассчитать виброскорость и виброускорение?
3. Поясните формулу логарифмического уровня виброскорости.
4. Приведите классификацию вибрации.
5. Назовите последствия вредного воздействия вибрации на организм человека.
6. Опишите принципы нормирования вибрации.
7. Перечислите основные методы борьбы с вибрацией.
8. Сущность виброизоляции. Физический смысл коэффициента передачи вибрации, формулы его расчета.
9. Приборы для измерения вибрации.

Приложение 1.

**ПРОТОКОЛ  
ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ**

1. Место проведения измерения \_\_\_\_\_  
(наименование объекта, цех, участок, отделение, адрес)

2. Условия проведения измерений  $T =$  °C;  $W =$  %

3. Измерения проводились в присутствии представителя обследуемого объекта \_\_\_\_\_

(должность, Ф.И.О.)

4. Средства измерения: Виброметр ОКТАВА 101В, заводской №05В607  
(наименование, тип, заводской номер)

Вибропреобразователь М317А41, заводской №469

5. Сведения о государственной поверке Виброметр Свидетельство № 2/20 – 47  
от 15.03.2006

(дата и номер свидетельства (справки))

Вибропреобразователь Свидетельство № 2/20 – 47 от 15.03.2006

6. Технический нормативно-правовой акт, в соответствии с которым проводились измерения и давалось заключение: измерения – по ГОСТ 12.1.012-90

нормирование – по ГОСТ 12.1.012-90

7. Место установки вибропреобразователя: \_\_\_\_\_

8. Измерения проводили: 1. \_\_\_\_\_  
(должность, подпись, Ф.И.О.)

2. \_\_\_\_\_

9. Заключение о результатах испытаний \_\_\_\_\_

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВИБРАЦИИ

№ п/п	Место замера	Вид вибрации (общая, локальная)	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия вибрации			Уровни вибрации (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц																												Уровень вибрации (эквивалентный), дБ	Максимальный уровень вибрации, дБ	Допустимые значения (дБ по нормам)
				X	Y	Z	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32						
				5	6	7																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35			
	Лаборатория испытаний																																				
1	Точка А. Площадка возле эл. двигателя																																				
2	Точка Б. Площадка на пружинном осно- вании																																				
3	Точка В. Площадка на резиновом осно- вании																																				



## Приложение 2.

Категория вибрации по санитарным нормам и критерий оценки	Характеристика условий труда	Пример источников вибрации
1	2	3
1 безопасность	Транспортная вибрация, воздействующая на операторов подвижных самоходных и прицепных машин и транспортных средств при их движении по местности, агрофонам и дорогам, в том числе при их строительстве	Тракторы сельскохозяйственные и промышленные, машины для обработки почвы, уборки, посева сельскохозяйственных культур; автомобили, строительно-дорожные машины, в том числе бульдозеры, скреперы, грейдеры, катки, снегоочистители и т. п.; самоходный горно-шахтный транспорт
2 граница снижения производительности труда	Транспортно-технологическая вибрация, воздействующая на операторов машин с ограниченной подвижностью, перемещающихся только по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок и горных выработок	Экскаваторы, краны промышленные и строительные, машины для загрузки мартеновских печей; горные комбайны; шахтные погрузочные машины; самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики; напольный производственный транспорт
3 тип «а» граница снижения производительности труда	Технологическая вибрация, воздействующая на операторов стационарных машин и оборудования или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации	Станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, насосные агрегаты, вентиляторы, буровые станки, оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности, стационарное оборудование сельскохозяйственного производства
3 тип «в» комфорт	Вибрация на рабочих местах работников умственного труда и персонала, не занимающегося физическим трудом	Диспетчерские заводоуправления, конструкторские бюро, лаборатории, учебные помещения, вычислительные центры, контрольные помещения, здравпункты и т. д.

Приложение 3.

**Санитарные нормы одночисловых показателей  
вибрационной нагрузки на оператора для длительности смены 8 ч.**

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			виброускорения		виброскорости	
			$m \cdot c^{-2}$	дБ	$m \cdot c^{-1} \cdot 10^{-2}$	дБ
Локальная		$Z_{г}, Y_{г}, X_{г}$	2,0	126	2,0	112
Общая	1	$Z_0$	0,56	115	1,1	107
		$Y_0, X_0$	0,4	112	3,2	116
	2	$Z_0, Y_0, X_0$	0,28	109	0,56	101
	3 тип «а»	$Z_0, Y_0, X_0$	0,1	100	0,2	92
	3 тип «в»	$Z_0, Y_0, X_0$	0,014	83	0,028	75

Приложение 4.

**Санитарные нормы  
спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора.  
Общая вибрация, категория 3, тип "в"**

Среднегео- метрические частоты полос, Гц	Нормативные значения в направлениях $Y_0, X_0$							
	виброускорения				виброскорости			
	$m \cdot c^{-2}$		дБ		$m \cdot c^{-1} \cdot 10^{-2}$		дБ	
	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.	в 1/3 окт.	в 1/1 окт.
1,6	0,0125	0,02	82	86	0,13	0,18	88	91
2,0	0,0112		81		0,09		85	
2,5	0,01		80		0,063		82	
3,15	0,009	0,014	79	83	0,045	0,063	79	82
4,0	0,008		78		0,032		76	
5,0	0,008		78		0,025		74	
6,3	0,008	0,014	78	83	0,02	0,032	72	75
8,0	0,008		78		0,016		70	
10,0	0,01		80		0,016		70	
12,5	0,0125	0,028	82	89	0,016	0,028	70	75
16,0	0,016		84		0,016		70	
20,0	0,02		86		0,016		70	
25,0	0,025	0,056	88	95	0,016	0,028	70	75
31,5	0,032		90		0,016		70	
40,0	0,04		92		0,016		70	
50,0	0,05	0,112	94	101	0,016	0,028	70	75
63,0	0,063		96		0,016		70	
80,0	0,08		98		0,016		70	

## Литература

1. ГОСТ 12.1.012 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования».
2. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-33-2002 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий».
3. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Охрана труда» для студентов специальности 70 02 01, 70 02 02, 70 01 01, 70 03 01, 69 01 01, 70 04 03, 74 05 01, 36 01 01, 37 01 06, 53 01 01, 53 01 02, 40 02 01, 25 01 10, 25 01 07, Брест.: БрГТУ, 2006 - 61с.

## **Учебное издание**

**СОСТАВИТЕЛИ:**

*Семенюк Сергей Михайлович  
Ивасюк Петр Петрович  
Щербач Валерий Петрович  
Сташевская Надежда Александровна  
Лешко Галина Витальевна  
Коркошук Дмитрий Васильевич  
Терпиловский Юрий Васильевич*

### **Лабораторная работа №2**

*по курсу «Охрана труда» на тему  
«ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ»  
(методические указания)*

Ответственный за выпуск: С.М. Семенюк  
Редактор: Т.В. Строкач  
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 5.04.2007 г. Формат 80х64 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага "Снегурочка".  
Гарнитура Arial. Усл. п.л. 1,16. Уч.-изд. л. 1,25. Заказ № 426.  
Тираж 100 экз. Отпечатано на ризографе Учреждения образования  
"Брестский государственный технический университет".  
224017. Брест, ул. Московская, 267.