

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Ивановский государственный энергетический университет  
имени В.И. Ленина»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

**802**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ**

*Методические указания к лабораторной работе*

Иваново, 2025

Составители: А.Г. ГОРБУНОВ, Ю.М. ОВСЯННИКОВ,  
Е.А ПЫШНЕНКО, Ю.Ю. РОГОЖНИКОВ,  
К.В. ЧЕРНОВ

Редактор А.А БЕЛЯКОВ

Методические указания содержат сведения о содержании и порядке выполнения лабораторной работы по учебной дисциплине кафедры «Безопасность жизнедеятельности». Предназначены для студентов, обучающихся по профилям университета.

Утверждены учебно-методической комиссией ИФФ

Рецензент

кафедра атомных электрических станций  
ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина»

**ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ  
ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ**

*Методические указания к лабораторной работе*

Составители: ГОРБУНОВ Александр Геннадьевич  
ОВСЯННИКОВ Юрий Михайлович  
ПЫШНЕНКО Елена Анатольевна  
РОГОЖНИКОВ Юрий Юрьевич  
ЧЕРНОВ Константин Васильевич

Редактор Т.В. Соловьева

Подписано в печать *14.04.2025*. Формат 60×84 1/16.

Печать плоская. Усл.-печ. л. 1,62. Тираж 50 экз. Заказ № *25*.  
ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический  
университет имени В.И. Ленина».

Отпечатано в УИУНЛ ИГЭУ

153003, г. Иваново, ул. Рабфаковская, 34.

# **ВВЕДЕНИЕ**

Выполнение лабораторной работы начинается после изучения порядка проведения и ознакомления с методическими указаниями.

Лабораторная работа (ЛР) проводится в следующем порядке.

## **1. Ознакомление с лабораторным стендом.**

Лабораторная установка имеет в своём составе: генератор сигналов специальной формы; токовый усилитель сигналов, модель виброагрегата; измерительный прибор.

## **2. Измерение виброускорения.**

В работе требуется

- скорректированный логарифмический уровень виброускорения при разной массе фундамента;
- скорректированный логарифмический уровень виброускорения при разной частоте вынуждающей силы.

## **3. Вычисление показателей.**

В работе требуется вычислять разницу уровней виброускорения, определяющую защитную способность виброизоляторов.

## **4. Построение графиков.**

## **5. Составление выводов по каждому заданию.**

## **6. Оформление отчёта и защита ЛР.**

# 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

- Лабораторная работа выполняется с целью
- изучения основных понятий и терминов, обуславливающих воздействие вибрационной энергии, классификации и правил нормирования вибрационного воздействия, средств защиты от производственной вибрации;
  - исследования параметров общей вибрации в зависимости от массы фундамента виброагрегата;
  - исследования защитной способности резинометаллических виброизоляторов в зависимости от частоты вынуждающей силы;
  - исследования защитной способности пружинных виброизоляторов в зависимости от частоты вынуждающей силы.

## 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СРЕДСТВАХ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ВИБРАЦИИ

### 2.1. Основные понятия и термины

Вибрация в соответствии с ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения» – движение точки или механической системы, при котором происходят колебания характеризующих его скалярных величин. Скалярная величина описывается только числовым значением. Колебания скалярной величины – процесс поочерёдного возрастания и убывания во времени значений этой величины.

Колебания вызываются и поддерживаются силовым, кинематическим и (или) характеристическим возбуждением. Силовое возбуждение – возбуждение вибрации системы вынуждающими силами и (или) моментами.

Периодические колебания – колебания, при которых каждое значение колеблющейся величины, характеризующей вибрацию, повторяется через равные интервалы времени. Период колебаний – наименьший интервал времени, через который при периодических колебаниях повторяется каждое значение колеблющейся величины, характеризующей вибрацию. Частота периоди-

ческих колебаний – величина, обратная периоду колебаний. Гармонические колебания – колебания, при которых значения колеблющейся величины, характеризующей вибрацию, изменяются во времени по закону:

$$x(\tau) = A \cdot \sin(\omega \cdot \tau + \varphi) ,$$

где  $A$  – амплитуда;  $\varphi$  – начальная фаза;  $\omega$  – угловая частота.

Спектр вибрации – совокупность значений величины, характеризующей вибрацию, в которой указанные значения располагаются в порядке возрастания частот гармонических составляющих. Полоса частот – совокупность частот в рассматриваемых пределах, в частности в пределах спектра вибрации. Среднегеометрическая частота полосы – квадратный корень из произведения граничных частот полосы. Октавная полоса частот – полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно двум. Третьоктавная полоса частот – полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты к нижней равно корню кубическому из двух.

Источником техногенного вибрационного воздействия являются технические устройства и их компоненты, находящиеся в движении, участвующие в соударениях, изменяющие во времени механические характеристики с возникновением вынуждающих сил, которые вызывают вибрацию. Возникающие в технических устройствах и их компонентах колебания являются негармоническими.

Вибрационная энергия передаётся приёмнику при непосредственном контакте с источником или через посредника, обладающего упругими свойствами. Распространение энергии вибрации в посреднике имеет волновой характер.

Приёмник техногенного вибрационного воздействия – тело работника, его органы, ткани и клетки. Воспринимаемые колебания рецептируются лишь частично. Рецепция вибрации осуществляется поверхностно локализованными и глубоко заложенными механорецепторами.

У работника, подвергающегося вибрационным воздействиям, в организме развивается сложный комплекс регуляторных расстройств. Характер патологических изменений зависит от уровня вибрации, индивидуальной чувствительности и прочих факторов. При воздействии вибрации в организме человека возникают следующие эффекты: спазмы сосудов, нарушение кровообращения, ишемия тканей, повышение артериального давления, смещение внутренних органов, дистрофические изменения в клетках, тканях и органах и т.д.

Вибрационная болезнь – хроническое профессиональное заболевание, характеризующееся поражением периферической сосудистой, нервной и скелетно-мышечной систем при длительном воздействии производственной вибрации выше предельно допустимого уровня.

Показатели вибрации относят к источнику, посреднику и приёмнику техногенного воздействия. Количественный показатель, относимый к источнику воздействия, вынуждающая сила. Вынуждающая сила – переменная во времени сила, не зависящая от состояния системы и поддерживающая её вибрацию.

Показатели, относимые к источнику и посреднику воздействия, – частота, виброперемещение, виброскорость, виброускорение.

Показатели, относимые к приёмнику воздействия, – среднее квадратическое значение колеблющейся величины и логарифмический уровень колебаний, а также показатели, основанные на них.

Среднее квадратическое значение виброускорения

$$a_{\text{ск}} = \sqrt{\frac{1}{\tau_2 - \tau_1} \cdot \int_{\tau_1}^{\tau_2} a^2(\tau) d\tau}.$$

Логарифмический уровень виброускорения

$$L_a = 20 \cdot \lg \frac{a_{\text{ск}}}{a_{\text{оп}}},$$

где  $a_{\text{оп}}$  – опорное значение виброускорения ( $1 \cdot 10^{-6}$  м/с<sup>2</sup>).

Корректированное виброускорение – среднеквадратическое значение виброускорения, определяемое с применением

стандартизированной частотной коррекции. Корректированное значение виброускорения измеряется с помощью корректирующих фильтров или вычисляется по формуле:

$$a_w = \sqrt{\sum_{j=1}^J (a_j \cdot K_j)^2},$$

где  $J$  – количество частотных полос;  $a_j$  – среднее квадратическое виброускорение для  $j$ -ой частотной полосы;  $K_j$  – корректирующий коэффициент для  $j$ -ой частотной полосы.

Корректированный уровень виброускорения

$$L_{aw} = 10 \cdot \lg \sum_{j=1}^J 10^{0,1 \cdot (L_{aj} + L_{Kj})},$$

где  $L_{Kj}$  – корректирующий логарифмический коэффициент для  $j$ -ой частотной полосы.

Значения корректирующих коэффициентов определяются в зависимости от функции частотной коррекции.

Эквивалентное (по энергии) виброускорение – среднее квадратическое значение ускорения постоянной во времени вибрации, которая имеет такое же среднее квадратическое значение виброускорения, что и данная непостоянная вибрация в течение определённого интервала времени.

Эквивалентный корректированный уровень виброускорения за рабочую смену определяется по формуле:

$$L_{aw,\tau} = 10 \cdot \lg \left( \frac{\sum_{i=1}^I \tau_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{aw,\tau i}}}{\tau_0} \right),$$

где  $\tau_0$  – продолжительность рабочей смены (например 8 часов);  $\tau_i$  – продолжительность  $i$ -го интервала воздействия вибрации;  $L_{aw,\tau i}$  – эквивалентный корректированный уровень виброускорения, измеренный на  $i$ -м временном интервале,  $I$  – количество временных интервалов.

Параметр воздействия вибрационной энергии – среднее квадратическое виброускорение, его логарифмический уровень, корректированное значение виброускорения или эквивалентное корректированное значение виброускорения.

## **2.2. Классификация и нормирование воздействия производственной вибрации**

Вибрация, воздействующая на работника, классифицируется

1) по способу передачи на работника:

- локальная вибрация,
- общая вибрация;

2) по источнику возникновения:

- транспортная вибрация на рабочих местах в транспортных средствах, самоходных и прицепных машинах при движении;
- транспортно-технологическая вибрация на рабочих местах в машинах, перемещающихся по подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок;
- технологическая вибрация на стационарных рабочих местах;

3) по месту действия:

- производственная вибрация;
- вибрация в жилых помещениях и общественных зданиях;

4) по направлению действия вибрации в соответствии с направлением осей ортогональной системы координат;

5) по частотному составу

- октавные полосы общей вибрации со среднегеометрической частотой 1, 2, 4, 8, 16, 31.5, 63 Гц;
- третьоктавные полосы общей вибрации со среднегеометрической частотой 0,8, 1, 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;

6) по временным характеристикам:

- постоянная вибрация, для которой текущее скорректированное ускорение изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения;
- непостоянная вибрация, для которой текущее скорректированное ускорение изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 5 мин при измерении с постоянной времени 1 с.

Общая вибрация в соответствии с ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность. Общие требования» – вибрация,

передаваемая на тело стоящего, сидящего или лежащего человека в точках его опоры (ступни ног, ягодицы, спина, голова).

Локальная вибрация – вибрация, передаваемая через кисти рук человека в местах контакта с управляемой машиной или обрабатываемым изделием.

Направление осей ортогональной системы координат при действии общей вибрации показано на рис. 1.

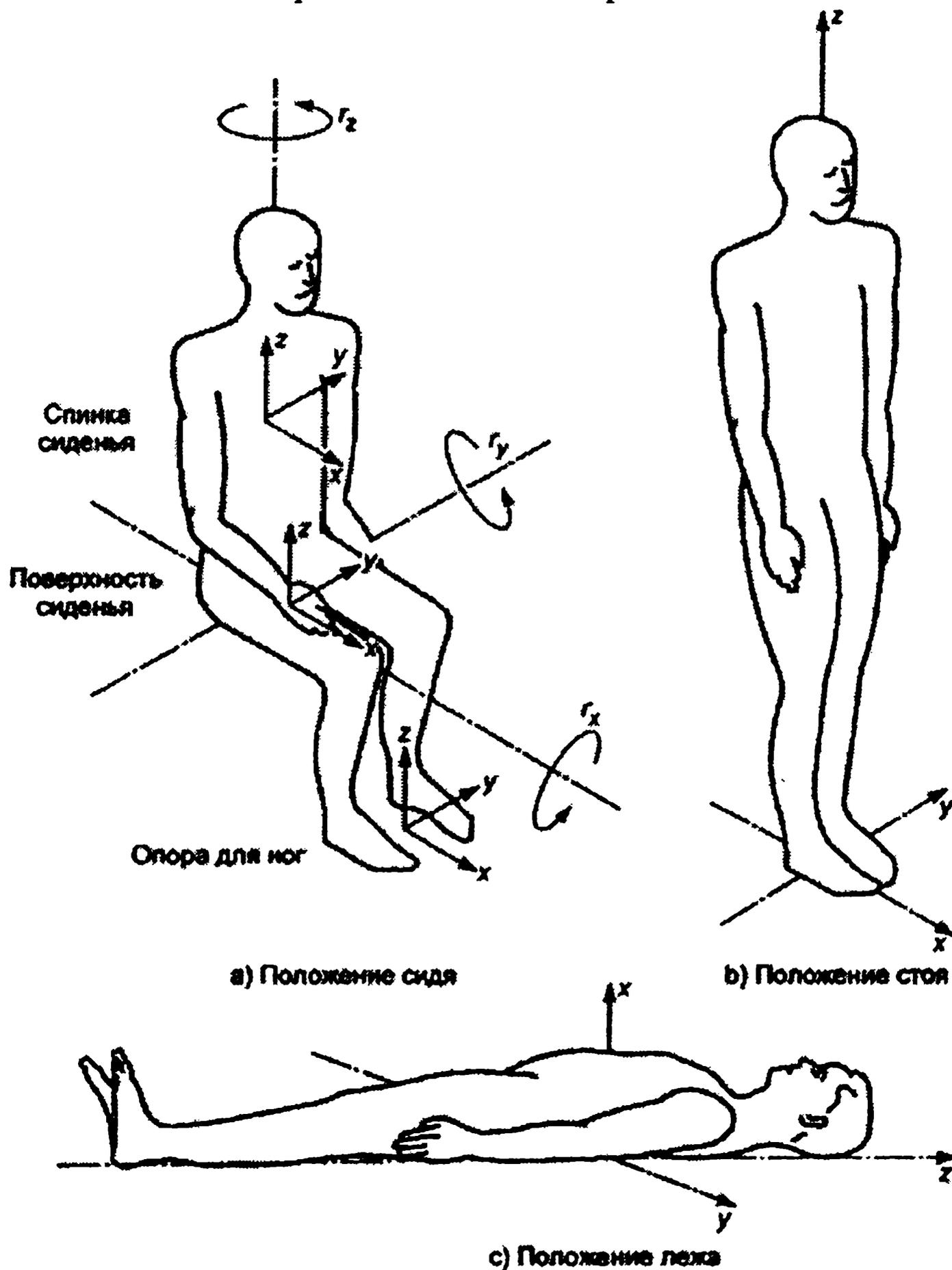


Рис. 1. Направление осей ортогональной системы координат

Стандартизованы следующие частотные коррекции:

- 1) коррекция  $W_h$  – для измерения локальной вибрации во всех направлениях (на основе ИСО 5349-1);
- 2)  $W_b$  – для измерения общей вибрации в вертикальном направлении (ось  $z$ ), воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лёжа (на основе ИСО 2631-4);
- 3)  $W_c$  – для измерения общей вибрации в горизонтальном направлении (ось  $x$ ), воздействующей на человека в положении сидя, спинка сиденья (на основе ИСО 2631-1);
- 4)  $W_d$  – для измерения общей вибрации в горизонтальном направлении (ось  $x$  или  $y$ ), воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лёжа (на основе ИСО 2631-1);
- 5)  $W_e$  – для измерения общей угловой вибрации во всех направлениях, воздействующей на человека в положении сидя (на основе ИСО 2631-1);
- 6)  $W_j$  – для измерения вибрации в вертикальном направлении (ось  $x$ ), воздействующей на голову лежащего человека (на основе ИСО 2631-1);
- 7)  $W_k$  – для измерения общей вибрации в вертикальном направлении (ось  $z$ ), воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лёжа (на основе ИСО 2631-1);
- 8)  $W_m$  – для измерения общей вибрации в зданиях во всех направлениях (на основе ИСО 2631-2);
- 9)  $W_f$  – для измерения общей низкочастотной вибрации в вертикальном направлении (ось  $z$ ), воздействующей на человека в положении сидя или стоя (на основе ИСО 2631-1).

Весовые коэффициенты коррекции  $W_k$  для общей вибрации в вертикальном направлении (ось  $z$ ), воздействующей на человека в положении сидя, стоя или лёжа представлена в табл. 1.

**Таблица 1. Значения частотной коррекции  $W_k$  в третьоктавных полосах частот**

Средне-геометрическая частота, Гц	$W_k$ дБ	Средне-геометрическая частота, Гц	$W_k$ дБ	Средне-геометрическая частота, Гц	$W_k$ дБ
0,8	-6,43	4	-0,29	20	-3,93
1	-6,33	5	0,33	25	-5,80
1,25	-6,29	6,3	0,46	31,5	-7,86
1,6	-6,12	8	0,31	40	-10,05
2	-5,49	10	-0,10	50	-12,19
2,5	-4,01	12,5	-0,89	63	-14,61
3,15	-1,90	16	-2,28	80	-17,56

Нормируемые параметры производственной вибрации и вибрации, создаваемой внутренними и внешними источниками в жилых и общественных зданиях:

- а) для постоянной вибрации – среднеквадратические значения виброускорения, скорректированные виброускорения и их логарифмические уровни в октавных и третьоктавных полосах частот;
- б) для непостоянной вибрации – эквивалентные скорректированные виброускорения, приведённые к нормируемому периоду контроля вибрации, и их логарифмические уровни для определённых направлений действия.

Предельно допустимые значения вибрации в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» указаны в табл. 2.

**Таблица 2. Предельно допустимые значения и уровни общей производственной вибрации**

Категория вибрации	Направление действия	Фильтр частотной коррекции	Эквивалентные скорректированные уровни виброускорения	
			м/с <sup>2</sup>	дБ
Транспортная вибрация на рабочих местах в транспортных средствах, самоходных и прицепных машинах при движении.	Z <sub>0</sub>	W <sub>k</sub>	0,56	115
	X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	W <sub>d</sub>	0,40	112
Транспортно-технологическая вибрация на рабочих местах в машинах, перемещающихся по подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.	Z <sub>0</sub>	W <sub>k</sub>	0,28	109
	X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	W <sub>d</sub>	0,2	106
Технологическая вибрация на стационарных рабочих местах.	Z <sub>0</sub>	W <sub>k</sub>	0,1	100
	X <sub>0</sub> , Y <sub>0</sub>	W <sub>d</sub>	0,071	97

### 2.3. Средства защиты от производственной вибрации

Стандарт ГОСТ 26568-85 «Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация» устанавливает классификацию методов и средств защиты от вибрации. Средства защиты оператора по организационному признаку подразделяют на средства коллективной и индивидуальной виброзащиты.

Средства коллективной защиты в соответствии с ГОСТ 12.4.011-89 «Средства защиты работающих. Общие требования и классификация» включают в себя средства защиты от повышенного уровня вибрации. К ним относятся устройства:

- оградительные;
- виброизолирующие, виброгасящие и вибропоглощающие;
- автоматического контроля и сигнализации;
- дистанционного управления.

Основной причиной общего вибрационного фона в главном корпусе и других зданиях и сооружениях электростанций является работа основного и вспомогательного оборудования с динамическими нагрузками: турбоагрегатов, котлов, вентиляторов, дымососов, мельниц и т.д. Для снижения уровня колебаний и уменьшения их вредного воздействия в соответствии с РД 34.21.306-96 «Методические указания по обследованию динамического состояния строительных конструкций сооружений и фундаментов оборудования энергопредприятий» выполняется следующее:

- 1) устранение источников вибрации путём уравнивания, балансировки или центровки технических устройств;
- 2) изменение технологического процесса, замена неуравновешенных технических устройств уравновешенными;
- 3) конструктивные способы снижения уровня колебаний фундаментов, включающие их переустройство и изменение размещения технических устройств на фундаменте;
- 4) использование разных видов активной и пассивной виброизоляции, а также динамических гасителей колебаний.

Переустройство фундамента включает в себя увеличение массы фундамента или некоторых его частей, повышение жёсткости всего фундамента или его отдельных конструктивных элементов.

Виброизоляция механической системы заключается в существенном ослаблении связей с основанием или другими конструкциями. В качестве виброизоляторов применяются, как правило, специальные упругие компоненты, устраняющие непосредственный контакт технического устройства с фундаментом и другими присоединяемыми к нему внешними связями, в результате чего ослабляется передача энергии вибрации. При этом используются виброизоляторы, опорные и упорные амортизаторы, виброизолирующие вставки (сильфоны, рукава, шланги, гибкие патрубки) и т.д.

Для вентиляторов, станков, электромашин применяются резиновые виброизоляторы. Наиболее существенным недостатком

ком таких изоляторов является чувствительность резины к низким температурам и разрушающему действию бензина и масел. Большинство сортов резины почти полностью теряют свои упругие свойства при низких температурах.

Резиновые изоляторы сравнительно хорошо задерживают распространение энергии высокочастотных вибраций. Для ослабления низкочастотных вибраций они оказываются недостаточными, кроме того, возможно усиление передачи энергии колебаний. При низкочастотных вибрациях применяют пружинные и комбинированные изоляторы, жёсткость которых может изменяться в широких пределах.

Пружинные виброизоляторы с защитным покрытием используются для технических устройств с номинально уравновешенными вращающимися частями, обеспечивая затухание колебаний системы при прохождении её через резонансы во время пусков и остановов. К таким техническим устройствам относятся тягодутьевые установки и вентиляторы, соединяемые с воздухопроводами гибкими патрубками.

Комбинированные виброизоляторы состоят из стальных и резиновых материалов и применяются для неуравновешенных технических устройств непериодического действия и кузнечных молотов.

### 3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

#### 3.1. Описание лабораторной установки

Состав лабораторной установки представлен на рис. 2.

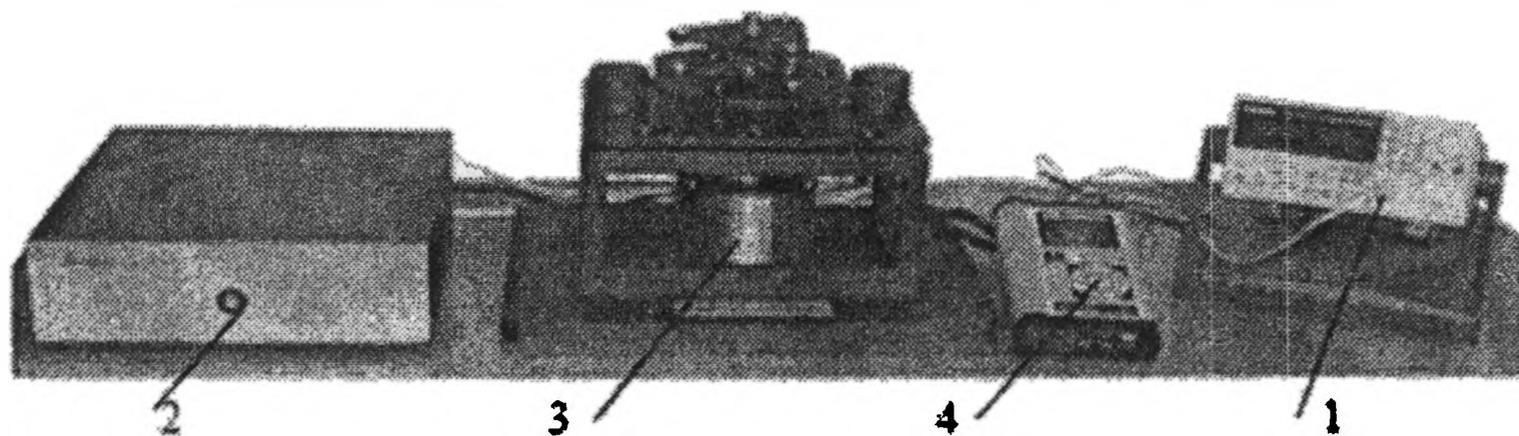


Рис. 2. Лабораторная установка

1 – генератор сигналов; 2 – усилитель сигналов; 3 – виброагрегат (модель); 4 – измерительный прибор (вибромметр)

Генератор 1 создаёт и передаёт на усилитель 2 сигналы с электрическим напряжением, изменяющимся во времени по определённой, в частности синусоидальной, зависимости. Усиленный переменный ток подаётся на электромагнитную катушку, шток которой совершает колебательные движения и действует своей вынуждающей силой на виброактивное устройство модели виброагрегата 3. Для измерения параметров вибрации используется виброметр 4.

Передняя панель генератора сигналов специальной формы показана на рис.3.

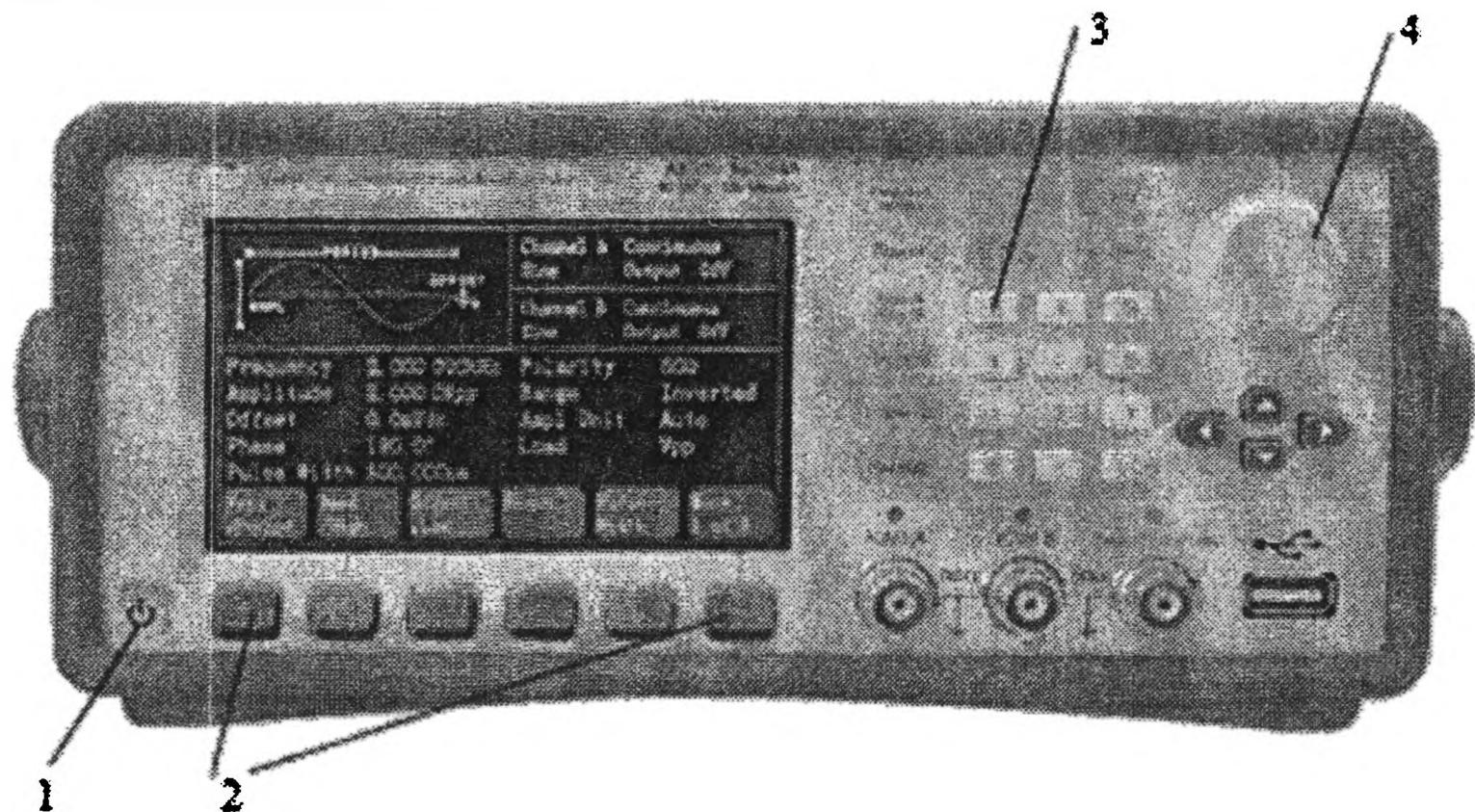


Рис. 3. Генератор сигналов специальной формы

1 – кнопка включения; 2 – функциональные кнопки; 3 – кнопки цифровой клавиатуры; 4 – ручка плавного изменения значений

Генератор включается нажатием кнопки 1 с подключением кнопки частоты сигнала «Частота/Период» и её подсветки.

Генератор может формировать сигналы синусоидальной формы и импульсные сигналы. Выбор формы сигнала проводится нажатием кнопки «Форма» и нужной функциональной кнопки 2, автоматически переводимой в соответствующий режим.

Установка параметров выходного сигнала проводится после нажатия кнопки «Немодул. сигнал» с помощью функциональных кнопок 2, кнопок числовой клавиатуры 3 или ручки плавного изменения значений 4.

Генератор имеет два канала, переключение между которыми происходит при нажатии кнопки «Кан А Кан В».

Установка частоты производится при активной кнопке «Частота/Период» посредством цифровой клавиатуры или ручки плавного изменения и одной из функциональных кнопок, переводимых в режим единиц измерения (Гц). Значение частоты отображается на дисплее генератора.

Установка амплитуды колебаний производится при активной кнопке «Уровень/Верх.уров» посредством цифровой клавиатуры или ручки плавного изменения и одной из функциональных кнопок, переводимых в режим единиц измерения (В). Значение амплитуды отображается на дисплее генератора.

Подача сигналов на разъём «Кан А» или разъём «Кан В» производится нажатием кнопки «Выход», подтверждаемая светодиодной индикацией над соответствующим разъёмом.

Усилитель преобразует ток, поступающий от генератора сигналов специальной формы, в ток, необходимый для создания вынуждающей силы вибрации, изменяющейся во времени по определённой, в частности синусоидальной, зависимости.

Кнопка выключателя питания усилителя с её подсветкой во включённом состоянии расположена на передней панели. На задней панели усилителя размещены:

- ввод «220 В, 50 Гц» с предохранителем для подключения к питающей сети;
- два зажима «Нагрузка» для подключения кабеля от модели виброагрегата;
- разъём «Вход» для подключения кабеля от генератора;
- регулятор «Чувствит.» для изменения коэффициента усиления.

Усилитель рассчитан на входной сигнал амплитудой до 10 В, что соответствует максимальной амплитуде выходного напряжения генератора.

Модель виброагрегата состоит из следующих компонентов:

- 1) подушка фундамента, представленная в модели массивной плитой с рамой, внутри которой размещена электромагнитная катушка;
- 2) фундамент с вибропреобразователем;
- 3) виброактивное устройство, приводимое в колебательное движение посредством штока электромагнитной катушки, с вибропреобразователем;
- 4) виброизолируемое устройство с вибропреобразователем.

Состав модели виброагрегата представлен на рис. 4

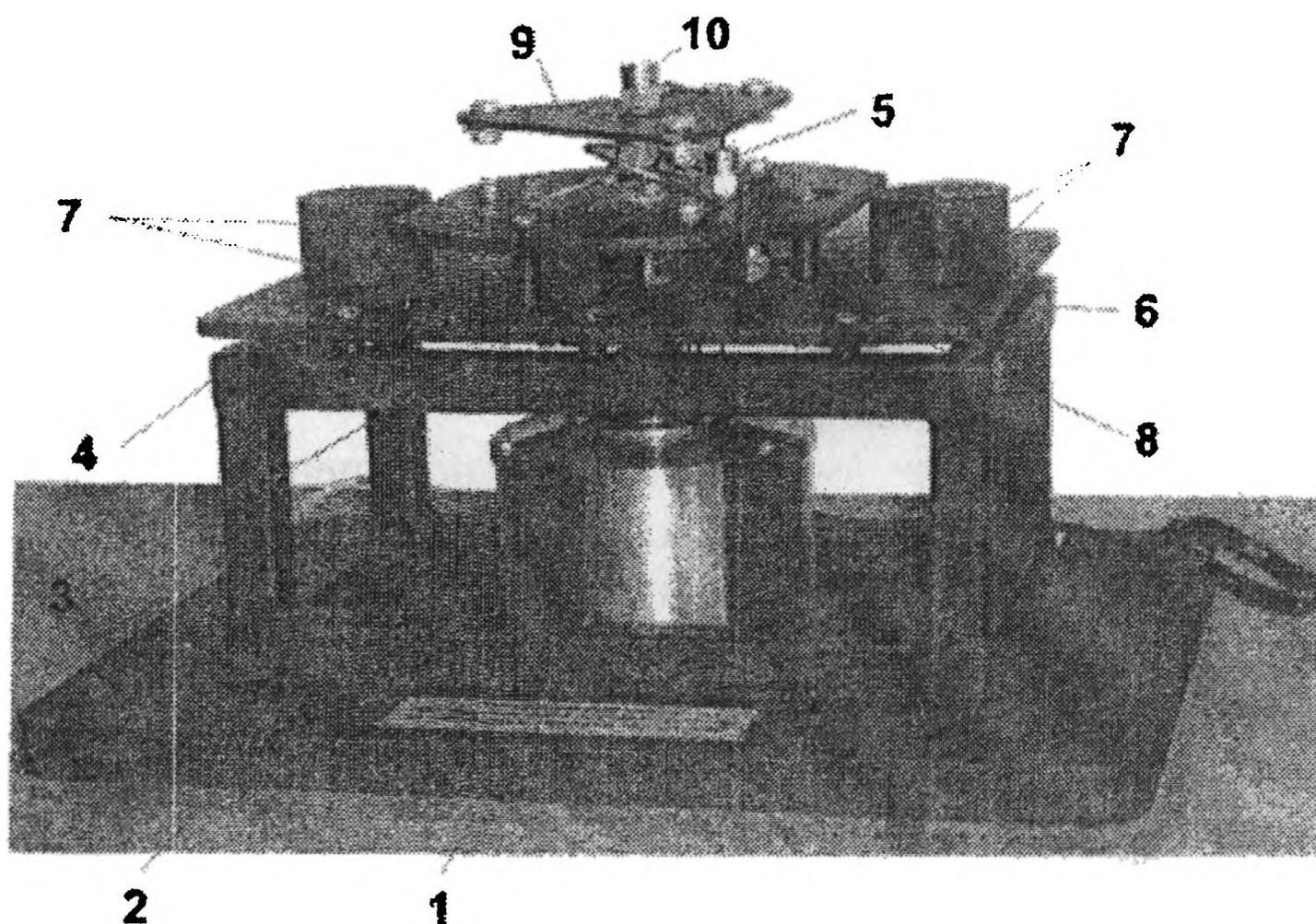


Рис. 4. Модель виброагрегата

1 – электромагнитная катушка; 2 – плита с рамой; 3 – шток; 4 – виброактивное устройство; 5 – вибропреобразователь на виброактивном устройстве; 6 – фундамент; 7 – добавочные грузы на фундаменте; 8 – вибропреобразователь на фундаменте; 9 – виброизолируемое устройство; 10 – вибропреобразователь на виброизолируемом устройстве

Вынуждающая сила виброактивного устройства 4 создаётся силой штока 3, приводимого в движение электромагнитной катушкой 1.

Виброактивное устройство 4 через три резинометаллических виброизолятора АП-1-4,5 передаёт энергию колебаний фундаменту 6, который через шесть таких же изоляторов установлен на раме. Виброактивное устройство 4 через три пружинных виброизолятора АКПО-1 передаёт энергию колебаний виброизолируемому устройству 9.

Масса фундамента 6 может изменяться посредством добавочных грузов 7. Фундамент без добавочных грузов имеет массу, равную 2,45 кг. Масса одного малого добавочного груза составляет 0,15 кг, одного большого – 0,3 кг. Виброактивное устройство имеет массу, равную 1,23 кг. Масса плиты с рамой и катушкой составляет 22,75 кг. Виброизолируемое устройство имеет массу, равную 0,32 кг.

Виброактивное устройство 4 оснащено вибропреобразователем 5 типа ДН-3-1М, который является датчиком, подключённым к измерительному прибору по каналу X.

Фундамент 6 снабжён вибропреобразователем 8 типа ДН-3-1М, который является датчиком измерительного прибора, подключённым по каналу Y.

Виброизолируемое устройство 9 оснащено вибропреобразователем 10 типа ДН-3-1М, который является датчиком, подключённым к измерительному прибору по каналу Z.

Измерение параметров вибрации производится с помощью виброметра «Ассистент V3RT» (рис. 5).

Прибор относительно общей вибрации позволяет измерить текущие, скорректированные и эквивалентные уровни виброускорения в октавных полосах с среднегеометрическими частотами от 1 Гц до 63 Гц и третьоктавных полосах со средними геометрическими частотами от 0,8 Гц до 80 Гц посредством полосовых фильтров  $W_w$ ,  $W_{wm}$  и корректирующих фильтров  $W_d$ ,  $W_b$ ,  $W_k$ ,  $W_m$ ,  $W_c$ ,  $W_e$ ,  $W_j$ .

Относительно локальной вибрации прибор позволяет измерить текущие, скорректированные и эквивалентные уровни виброускорения в октавных полосах с среднегеометрическими частотами от 8 Гц до 1000 Гц и третьоктавных полосах с номинальными

средними геометрическими частотами от 6,3 Гц до 1250 Гц посредством полосового фильтра Вh и корректирующего фильтра Wh.

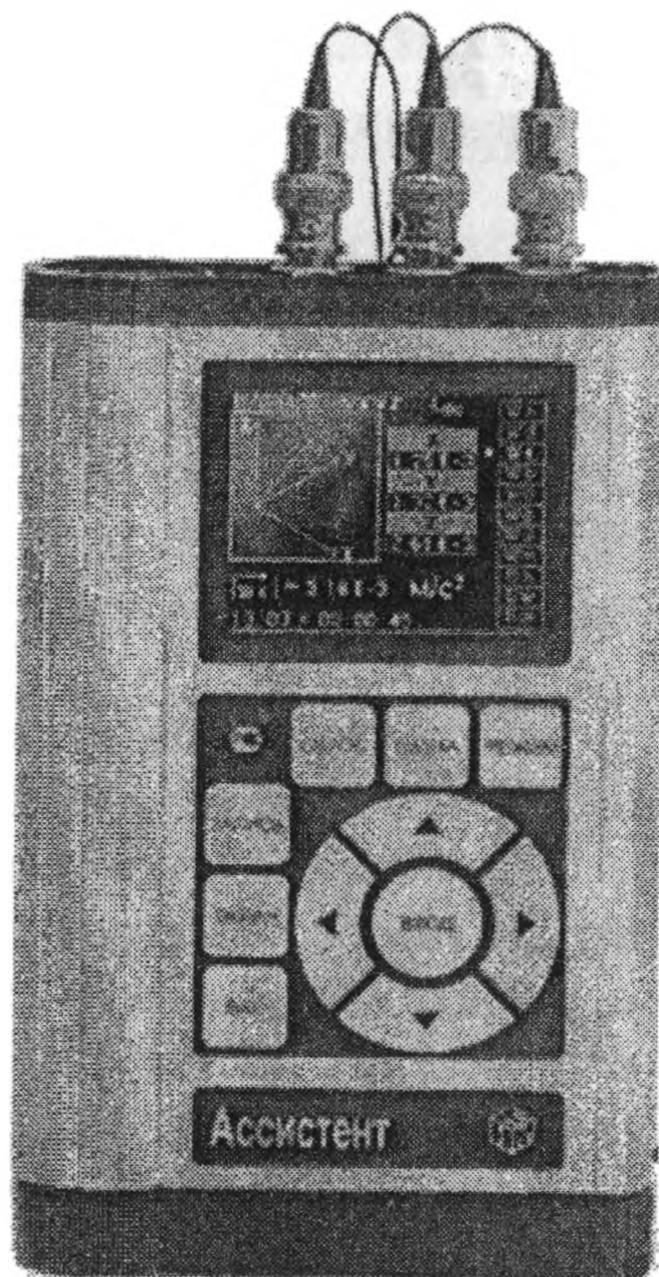


Рис. 5. Виброметр

Включение прибора производится нажатием кнопки «ВКЛ». После включения загружается программное обеспечение и происходит тестирование прибора. Положительные результаты тестирования отображаются на дисплее квадратиками зелёного цвета. Затем прибор переходит в режим главного меню.

Главное меню имеет два пункта: «ВИБРАЦИЯ» и «СЕРВИС». После выбора режима «ВИБРАЦИЯ» и нажатия кнопки «ВВОД» загружается и высвечивается на дисплее следующее меню (рис. 6).

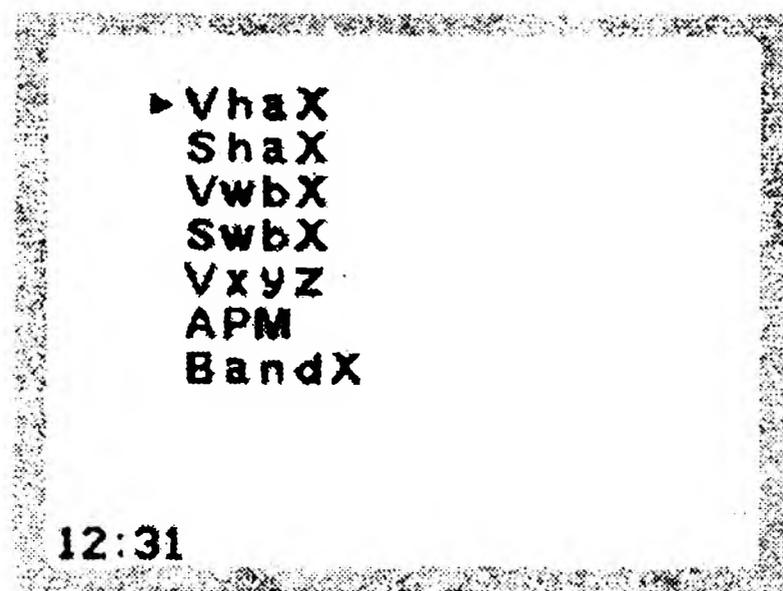


Рис. 5. Меню режима «ВИБРАЦИЯ»

Режим «ВИБРАЦИЯ» (канал X) имеет следующие подчинённые режимы:

- 1) VhaX – режим скорректированного уровня и октавного спектра локальной вибрации;
- 2) ShaX – режим третьоктавного спектра локальной вибрации;
- 3) VwbX – режим скорректированного уровня и октавного спектра общей вибрации;
- 4) SwbX – режим третьоктавного спектра общей вибрации;
- 5) Vxyz – режим значений по трём осям;
- 6) APM – режим отображения результатов для измерений при специальной оценке условий труда;
- 7) BandX – режим фильтров по ГОСТ ИСО 8041.

Переключение режимов и каналов производится кнопками «вверх», «вниз», «вправо», «влево». После выбора подчинённого режима вход в него осуществляется кнопкой «ВВОД». Кнопка «ЭКРАН» позволяет переходить от графического представления данных на дисплее к табличному и обратно. Для считывания результатов измерений следует нажимать кнопку «ПАУЗА». Для сохранения результатов следует нажимать кнопку «ЗАПИСЬ»

Выключение виброметра производится кнопкой «ВКЛ» при удержании нажатой кнопки не менее 2 с.

### 3.2. Правила безопасности

Выполнение лабораторной работы проводится при соблюдении следующих правил безопасности:

1. Перед включением лабораторной установки в сеть необходимо

убедиться в отсутствии повреждений сетевого кабеля.

2. Лабораторную работу нужно выполнять, соблюдая требования по электробезопасности.

3. При обнаружении неисправностей необходимо незамедлительно сообщать об этом преподавателю.

#### 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

##### Задание 1. Исследование параметров общей вибрации в зависимости от массы фундамента виброагрегата

Задание выполняется в следующем порядке.

1. Убрать с фундамента добавочные грузы.
2. Включить виброметр: «ВКЛ»; «ВИБРАЦИЯ»; измерительный канал Y; общая вибрация  $V_{wbY}$ ; частотная коррекция  $W_k$ .
3. Включить генератор сигналов; ввести нужные (указанные преподавателем) значения частоты и амплитуды; подать сигнал на выход А генератора.
4. Включить усилитель сигналов.
5. Измерить скорректированный логарифмический уровень виброускорения при массе фундамента без добавочных грузов и занести значение в табл.3.
6. Выключить усилитель сигналов.
7. Установить на фундаменте малые добавочные грузы.
8. Включить усилитель сигналов.
9. Измерить скорректированный логарифмический уровень виброускорения при массе фундамента с малыми добавочными грузами и занести значение в табл.3.
10. Повторить п. 6-9, увеличивая массу добавочных грузов (большие добавочные грузы; малые и большие добавочные грузы)

Таблица 3. Корректированный уровень виброускорения при разной массе

Груз	б/г	малые	боль- шие	малые и большие
Общая масса фунда- мента, кг				
Корректированный уровень виброускорения, дБ				

11. Построить график зависимости скорректированного логарифмического уровня виброускорения от массы фундамента.
12. Сравнить измеренные значения скорректированного логарифмического уровня виброускорения с предельно допустимым.
13. Сделать выводы.

## **Задание 2. Исследование защитной способности резинометаллических виброизоляторов в зависимости от частоты вынуждающей силы**

Задание выполняется в следующем порядке.

1. Убрать с фундамента добавочные грузы.
2. Включить виброметр: «ВКЛ»; «ВИБРАЦИЯ»; измерительный канал X; общая вибрация  $V_{wbX}$ ; частотная коррекция  $W_k$ .
3. Включить генератор сигналов; ввести нужные (указанные преподавателем) значения частоты вынуждающей силы и амплитуды; подать сигнал на выход А генератора.
4. Включить усилитель сигналов.
5. Измерить скорректированный логарифмический уровень виброускорения на виброактивном устройстве (канал X) при заданном значении частоты вынуждающей силы и занести в табл.4.
6. Переключить виброметр на измерительный канал Y; общая вибрация  $V_{wbY}$ ; частотная коррекция  $W_k$ .
7. Измерить скорректированный логарифмический уровень виброускорения на фундаменте (канал Y) при заданном значении частоты вынуждающей силы и занести в табл.4.
8. Выключить усилитель сигналов.
9. Изменить значение частоты вынуждающей силы.
10. Повторить п. 3-9 при изменённых значениях частоты вынуждающей силы.
11. Вычислить разницу между скорректированным логарифмическим уровнем виброускорения на виброактивном устройстве (канал X) при заданном значении частоты и скорректированным логарифмическим уровнем виброускорения на фундаменте (канал Y) и занести значение в табл.4.

**Таблица 4. Защитная способность резинометаллических виброизоляторов**

Частота вынуждающей силы, Гц				
Корректированный уровень виброускорения на виброактивном устройстве (канал X), дБ				
Корректированный уровень виброускорения на фундаменте (канал Y), дБ				
Разница уровней виброускорения, определяемая защитной способностью резинометаллических виброизоляторов, дБ				

12. Построить график зависимости защитной способности резинометаллических виброизоляторов от частоты вынуждающей силы.

13. Сделать выводы.

### **Задание 3. Исследование защитной способности пружинных виброизоляторов в зависимости от частоты вынуждающей силы**

Задание выполняется в следующем порядке.

1. Выставить на фундаменте все добавочные грузы.
2. Включить виброметр: «ВКЛ»; «ВИБРАЦИЯ»; измерительный канал X; общая вибрация  $V_{wbX}$ ; частотная коррекция  $W_k$ .
3. Включить генератор сигналов; ввести нужные (указанные преподавателем) значения частоты вынуждающей силы и амплитуды; подать сигнал на выход А генератора.
4. Включить усилитель сигналов.
5. Измерить корректированный логарифмический уровень виброускорения на виброактивном устройстве (канал X) при заданном значении частоты вынуждающей силы и занести в табл.5.
6. Переключить виброметр на измерительный канал Z; общая вибрация  $V_{wbZ}$ ; частотная коррекция  $W_k$ .
7. Измерить корректированный логарифмический уровень виброускорения на виброизолируемом устройстве (канал Z) при заданном значении частоты вынуждающей силы и занести в табл.5.
8. Выключить усилитель сигналов.
9. Изменить значение частоты вынуждающей силы.

10. Повторить п. 3-9 при изменённых значениях частоты вынуждающей силы.

11. Вычислить разницу между скорректированным логарифмическим уровнем виброускорения на виброактивном устройстве (канал X) при заданном значении частоты и скорректированным логарифмическим уровнем виброускорения на виброизолируемом устройстве (канал Z) и занести значение в табл.5.

**Таблица 5. Защитная способность пружинных виброизоляторов**

Частота вынуждающей силы, Гц				
Скорректированный уровень виброускорения на виброактивном устройстве (канал X), дБ				
Скорректированный уровень виброускорения на виброизолируемом устройстве (канал Z), дБ				
Разница уровней виброускорения, определяемая защитной способностью пружинных виброизоляторов, дБ				

12. Построить график зависимости защитной способности пружинных виброизоляторов от частоты вынуждающей силы.

13. Сделать выводы.

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА**

1. Цель работы.
2. Общие сведения (кратко).
3. Описание лабораторной установки.
4. Таблица, график и выводы по 1 заданию.
5. Таблица, график и выводы по 2 заданию.
6. Таблица, график и выводы по 3 заданию.

## **6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

Вопросы при защите лабораторной работы задаются из следующего перечня.

1. Что есть вибрация в соответствии с ГОСТ 24346-80, колебания скалярной величины?
2. Что есть силовое возбуждение вибрации?
3. Что представляют собой периодические колебания, что есть период колебаний?

4. Что представляют собой гармонические колебания?
5. Что есть спектр вибрации, полоса частот?
6. Что есть среднегеометрическая частота полосы?
7. Что есть октавная и третьоктавная полоса частот?
8. Что является источниками и передниками техногенного вибрационного воздействия?
9. Что является приёмником техногенного вибрационного воздействия, как рецептируются колебания?
10. Какие эффекты возникают при техногенном вибрационном воздействии?
11. Что представляет собой вибрационная болезнь?
12. Какие количественные показатели относят к источнику и посреднику техногенного воздействия?
13. Какие количественные показатели относят к приёмнику техногенного воздействия?
14. Что представляет собой среднее квадратическое виброускорение?
15. Что представляет логарифмический уровень виброускорения?
16. Что представляет собой скорректированное виброускорение?
17. Что представляет собой скорректированный уровень виброускорения?
18. Что представляет собой эквивалентное (по энергии) виброускорение?
19. Как вычисляется эквивалентный скорректированный уровень виброускорения за рабочую смену?
20. Что является параметром воздействия вибрационной энергии?
21. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по способу передачи?
22. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по источнику возникновения?
23. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по месту действия?
24. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по направлению?
25. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по частотному составу?

26. Как вибрация, воздействующая на работника, классифицируется по временным характеристикам?
27. Что представляет собой в соответствии с ГОСТ 12.1.012 общая вибрация?
28. Что представляет собой в соответствии с ГОСТ 12.1.012 локальная вибрация?
29. Что представляет собой частотная коррекция  $W_h$ ?
30. Что представляет собой частотная коррекция  $W_k$ ?
31. Что представляет собой частотная коррекция  $W_d$ ?
32. Что является нормируемыми параметрами производственной вибрации и вибрации, создаваемой внутренними и внешними источниками в жилых и общественных зданиях?
33. Что является нормируемыми параметрами производственной вибрации в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21?
34. Что устанавливает ГОСТ 26568? Как в соответствии с ним подразделяют средства защиты человека-оператора по организационному признаку?
35. Что в соответствии с ГОСТ 12.4.011 относится к средствам защиты от повышенного уровня вибрации?
36. Что является основной причиной общего вибрационного фона в главном корпусе и других зданиях и сооружениях электростанций?
37. Что в соответствии с РД 34.21.306-96 выполняется для снижения уровня колебаний и уменьшения их вредного воздействия?
38. Что включает в себя переустройство фундамента?
39. В чём заключается виброизоляция механической системы?
40. Что применяется в качестве виброизоляторов, что при этом используется?
41. Для каких технических устройств применяют резиновые виброизоляторы, в чём состоят особенности их применения?
42. Для каких технических устройств применяют пружинные виброизоляторы, в чём состоят особенности их применения?
43. Для каких технических устройств применяют комбинированные виброизоляторы? В чём состоят особенности их применения?

При защите лабораторной работы также могут задаваться вопросы по составу лабораторной установки, порядку выполнения, содержанию письменного отчёта.

## Вибропреобразователь ДН-3-М1

Преобразователь пьезоэлектрический виброизмерительный ДН-3-М1, вибропреобразователь, предназначен для преобразования механических колебаний в электрические сигналы, пропорциональные ускорению колеблющегося объекта.

Общий вид вибропреобразователя без кабеля приведён на рис. П.1.

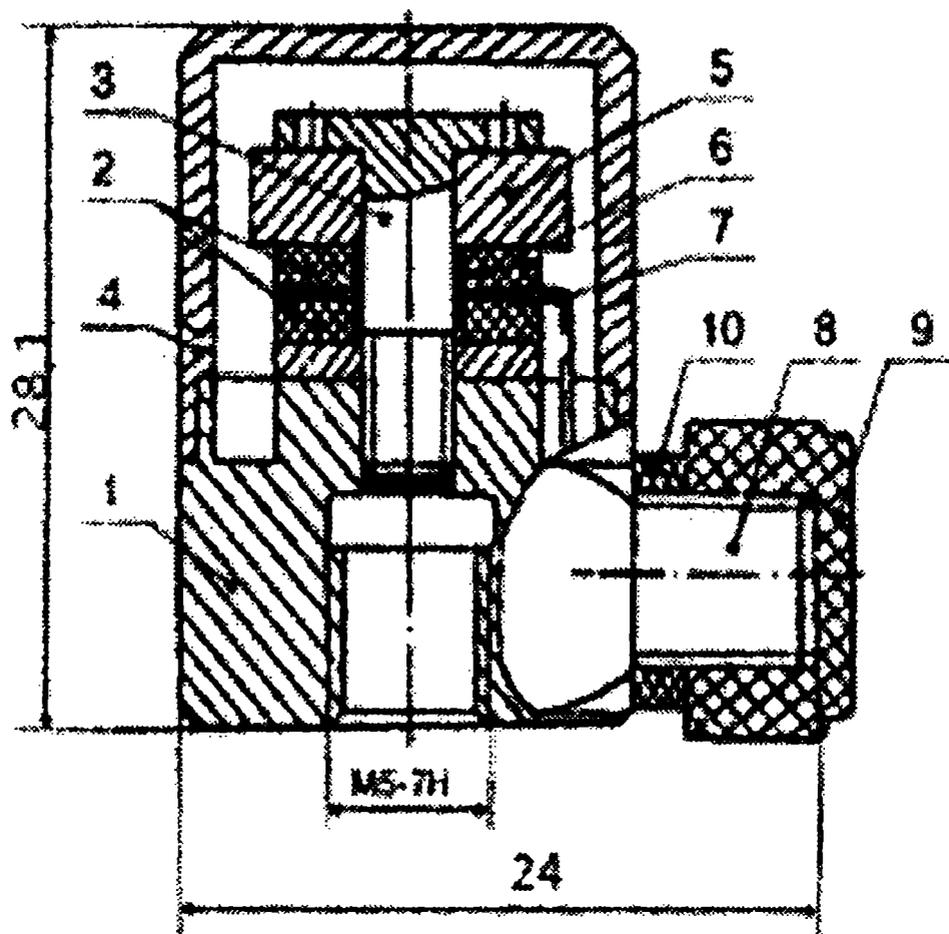


Рис. П.1. Вибропреобразователь ДН-3-М1

1 – основание; 2 – пьезоэлемент; 3 – винт; 4 – крышка; 5 – инерционная масса; 6 – втулка; 7 – контакт; 8 – втулка; 9 – колпачок; 10 – кольцо

Принцип работы вибропреобразователя основан на прямом пьезоэффекте. При воздействии механических колебаний вдоль продольной оси вибропреобразователя инерционная масса испытывает действие силы, при этом пьезоэлементы подвергаются деформации сжатия-растяжения, а на электродах пьезоэлементов возникают электрические заряды, пропорциональные действующему виброускорению.

## **Виброизолятор АП-1-4,5**

Амортизатор резинометаллический приборный АП-1-4,5 (рис. П.2) предназначен для виброизоляции и защиты оборудования от ударных воздействий.



Рис. П.2. Виброизолятор АП-1-4,5

## **Виброизолятор АКПО-1**

Корабельный пружинный амортизатор АКПО-1 (рис. П.3) предназначен для виброизоляции разных устройств на судах.

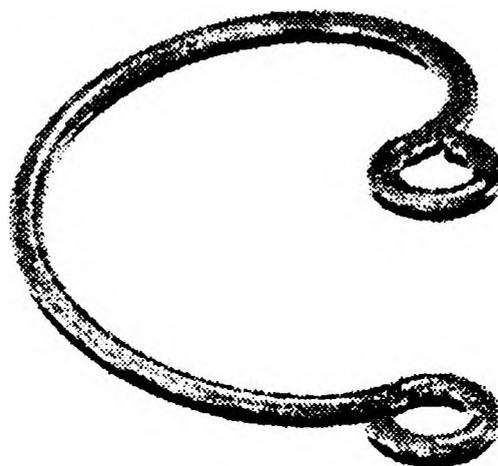


Рис. П.3. Виброизолятор АКПО-1