

Красовский В.О.

*Гигиенические оценки
производственного шума и
производственной вибрации
часть 2*

*(Лекция для студентов БГМУ и
курсантов ИПО)*

Уфа - 2010

Производственный шум - беспорядочное сочетание звуков разной частоты и тональности, вызывающую неблагоприятные последствия для здоровья людей и/или неприятные ощущения у них.

Производственная вибрация - колебания упругих механических систем, которые передаются на тело (или его части) человека в его трудовой деятельности и вызывают неблагоприятные последствия для здоровья людей и/или неприятные ощущения у них.

Уровни производственного шума и вибрации измеряют физическими методами, а оценку результатов проводят по биологическому (физиологическому) эффекту. Поэтому для оценки вредности и опасности действующих уровней шума и/или вибрации ***наиболее оптимальным делом является применение*** логарифмической шкалы (децибелы).

Для возникновения вибраций необходим источник.

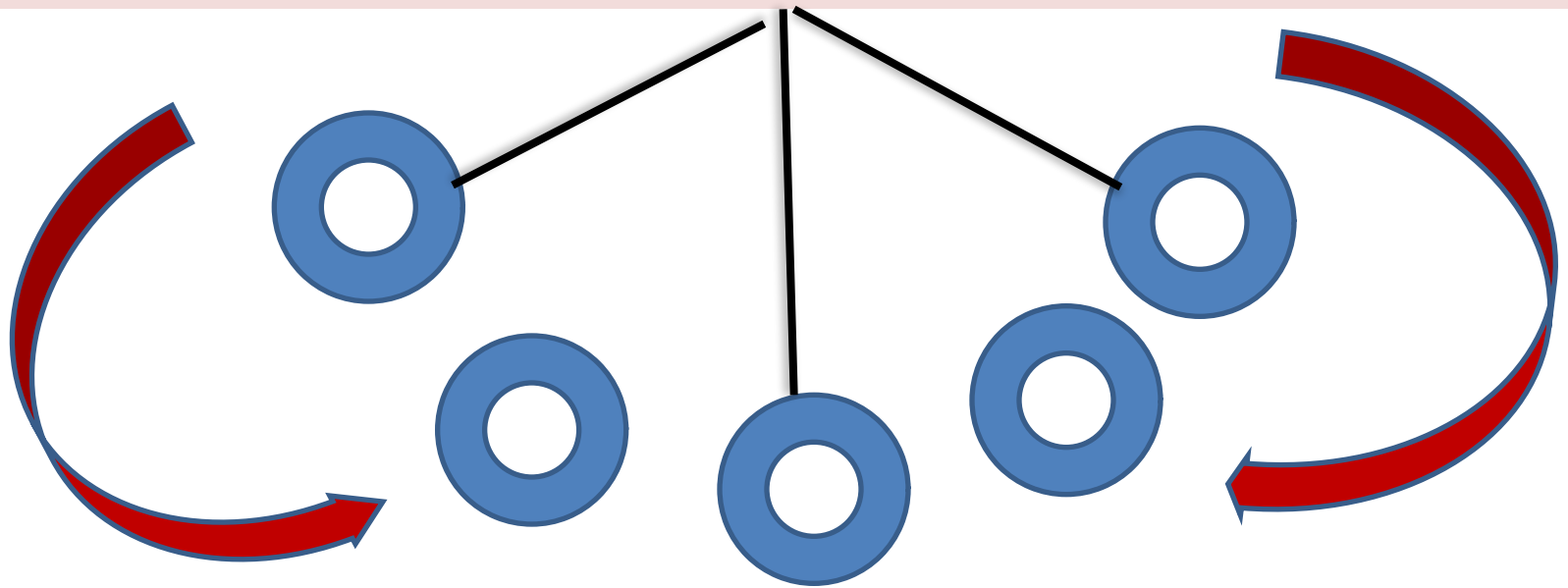
Источник локальной местной вибрации - работа различных механизмов периодического действия (например – ручной вибрирующий инструмент: дрель, шлифовальные машинки, отбойные молотки и пр.).

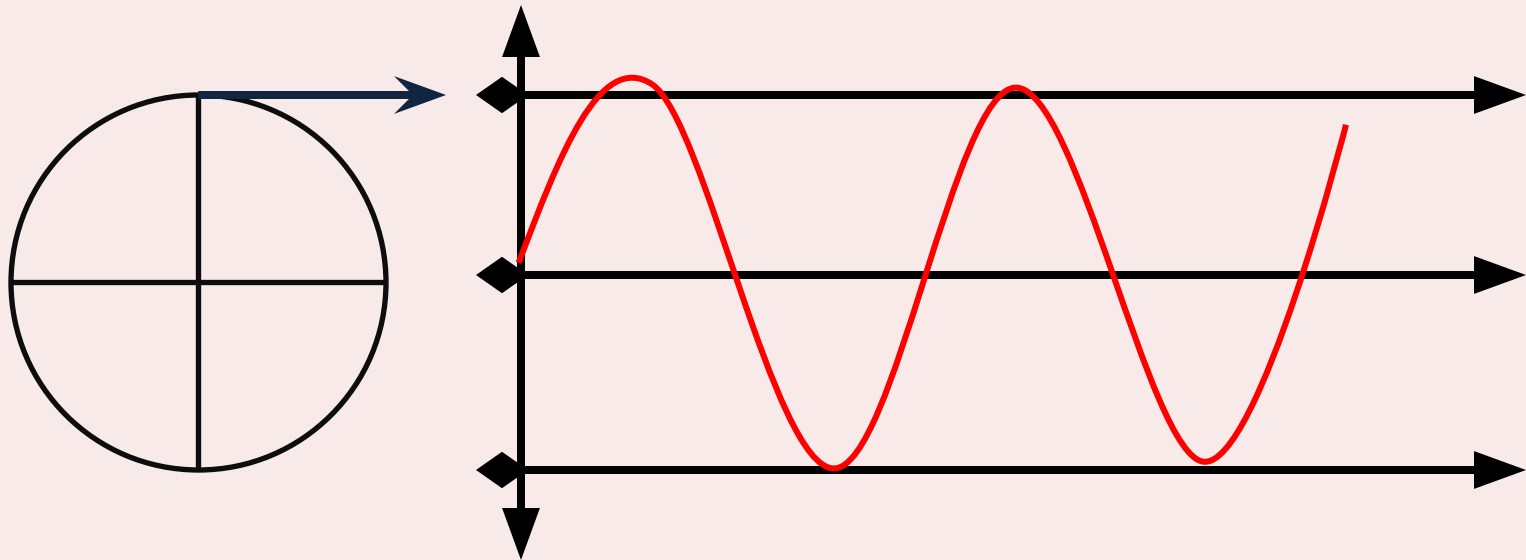
Источники транспортной вибрации – работа двигателя автомобиля, но не толчки от неровностей дорожного полотна.

Источники транспортно-технологической вибрации – двигатели локомотива, моторы козловых и мостовых кранов, но не толчки от неровностей на стыках рельс.

Источники технологической вибрации – стационарный двигатель, находящийся в данном помещении.

Наиболее простой формой механических колебаний является гармоническое, когда тело повторяет одно и то же движение с возрастающей и убывающей одинаковой величиной смещения от точки покоя (точки равновесия). На рисунке показаны именно такие колебания маятника:





Графическое разложение движения точки по окружности на гармонические колебания

На рисунке : O – точка покоя (положение равновесия, первоначальное положение тела); T – период колебания; A – амплитуда колебаний; R – радиус колебаний; K – касательная к окружности; M – движущаяся точка.

По физической природе вибрация, шум, ультразвук, инфразвук, свет и прочие излучения представляют собой колебания материальных частиц твёрдого тела, жидкости, газа, воздуха. В основе этих явлений лежит волновой процесс, функция которого – передача исходной энергии от источника. Восприятие энергии организмом зависит от её формы, точек приложения (точек контакта), мощности воздействия, состояния рецепторных органов и пр. Ещё раз, напомним: измерение передаваемой энергии осуществляется физическими методами, а оценку получаемой (поглощаемой) энергии производят по биологической реакции.

Условие для колебательных движения маятника.

1. Колебательное движение (вибрация) может возникать только при действии смещающей силы.
2. Сила всегда направленная к положению устойчивого равновесия точки, в которой она равна "нулю" и, которая увеличивается по мере смещения точки от нулевого положения, называется *возвращающейся силой*.
3. Если бы трение и сопротивление среды были бы больше возвращающей силы, колебательного движения не было бы.

Вибрационная скорость (виброскорость) – это скорость смещения тела от исходного положения, измеряемая отношением частоты колебаний к их амплитуде:

$$V_{\max} = \frac{2\pi F}{A}$$

V_{\max} – скорость смещения (вибрации) на отрезке максимального сдвига тела,

F - частота колебаний,

A - амплитуда колебаний (полуразмах).

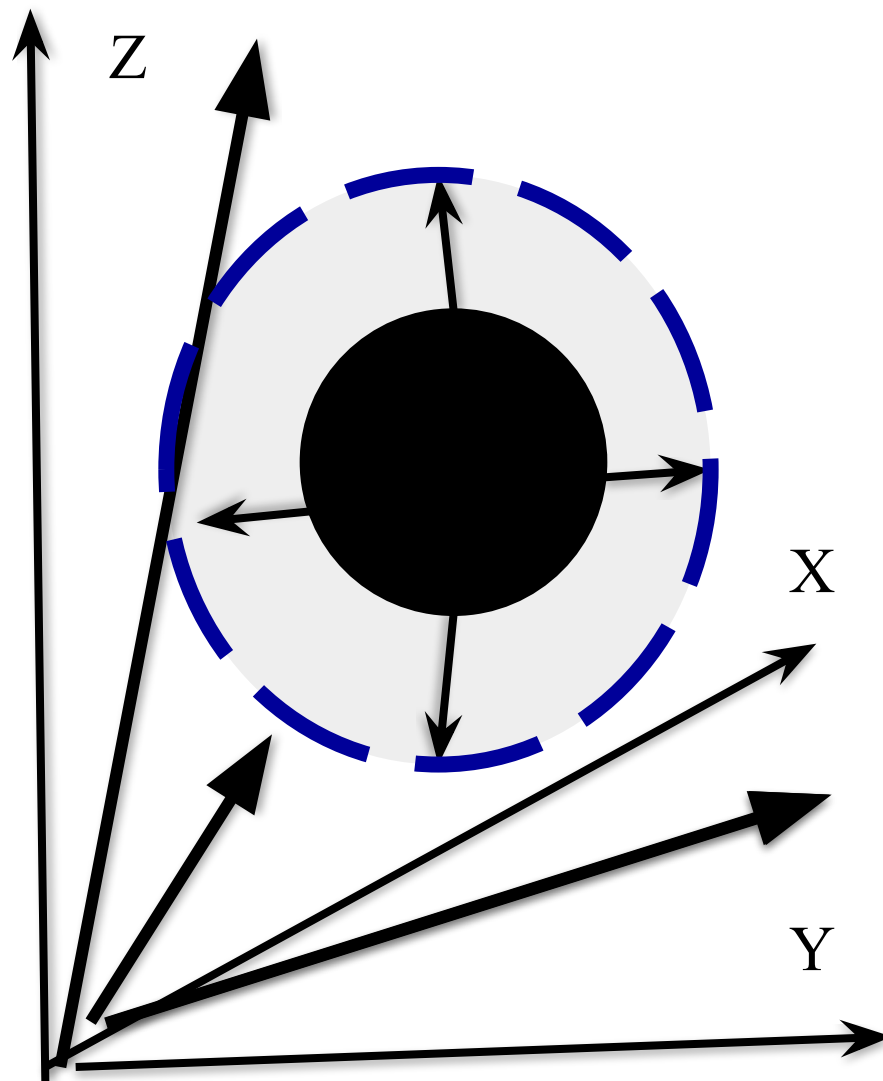
Вибрационное ускорение (виброускорение) – это ускорение смещения тела от исходного положения в долях от ускорения силы тяжести:

$$A = \frac{4\pi F}{g}$$

A - вибрационное ускорение, g – ускорение силы тяжести (приблизительно равна 981 см/сек²), F - частота колебаний.

Вибрацию измеряют приборами, шкала которых может быть отградуирована в трёх вариантах:

1. В единицах колебательной скорости – **м / сек**;
2. В единицах колебательного ускорения – **м /сек²**;
3. В **децибелах (дБ)**.



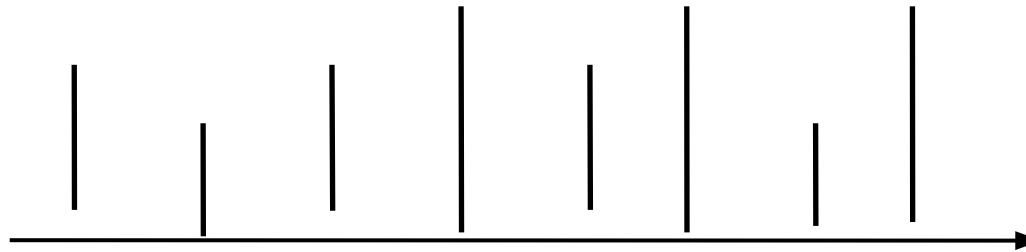
Постоянная вибрация:

T



Непостоянная вибрация:

T



Энергетическое неравенство уровней
постоянной и непостоянной вибрации

Из этих двух иллюстраций следует, что эквивалентно-корректированный уровень непостоянной вибрации это такой уровень постоянной вибрации, который бы оказывал одинаковое энергетическое воздействие за взятый отрезок времени.

Иными словами, энергию непостоянного воздействия приравнивают к энергии постоянного воздействия путём внесения поправок (коррекции) на экспозицию, разнонаправленный характер колебаний, инерцию измерения и пр.

Напомним, что человеческое ухо воспринимает звук между двумя полюсами ощущений: слышимости и болевым порогом.

В измерениях *шума* (на основании закона Вебера - Фихнера) за нулевой (опорный) порог принят уровень различения звукового давления 10^{-12} Вт (или: $2 \cdot 10^{-5}$ н/м², или: $2 \cdot 10^{-5}$ Па). За болевой порог принят уровень 10^9 Вт.

Для вибрации за опорный, нижний, стандартный уровень ощущения приняты условные величины:

- вибрационная скорость смещения:

$5 * 10^{-8}$ м /сек [5E-08],

- вибрационное ускорение

$3 * 10^{-4}$ м/сек² [3E-04].

За верхний порог, порог болевого действия вибрации принята величина, равная 1 м/сек вибрационной скорости. Человек может ощущать вибрацию в диапазоне от долей герца до 8 000 герц (8 КГц). Вибрация на частоте 16 КГц ощущается как тепловое воздействие.

Децибел (дБ) – логарифмическая величина, определяющая интенсивность вибрации по отношению к принятым пороговым уровням её ощущения. Логарифмические уровни виброскорости (L_v) в дБ определяют по формуле:

$$L_v = 20 * \lg \frac{V_i}{V_0}$$

Где: V_i - среднеквадратическое значение вибрационной скорости в октавной полосе частот, V_0 - опорное (пороговое) значение виброскорости.

Логарифмические уровни виброускорения L_a в дБ определяют по формуле:

$$L_a = 20 * \lg \frac{A_i}{A_0}$$

A_i - среднее квадратическое значение виброускорения, м/с^2 в октавной полосе частот,

$A_0 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м/сек}^2$ - опорное значение виброускорения нижний уровень ощущения.

Зависимости между виброскоростью и *вибро-*
ускорением:

дБ виброскорости	$V = V_0 * 10^{0.5L_V}$	м/сек
дБ виброускорения	$a = a_0 * 10^{0.5L_a}$	м/сек * сек

дБ	30	40	50	60	70	80	90	100
м / сек²	0,01	0,03	0,1	0,3	1	3	10	30
м /сек	0,1	0,3	1	3	10	30	100	300

Краткая классификация производственных вибраций

ОБЩАЯ

ЛОКАЛЬНАЯ

1. Транспортная
2. Транспортно-технологическая

Ручной не механизированный инструмент (ударная, импульсная вибрация)

3.

Ручной механизированный инструмент

**Технологическая
Категория 3 а**

Категория 3 г

Категория 3 б

Категория 3 д

Категория 3 в

Классификация производственных вибраций

1. По способу передачи на человека различают:

1.1. Общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека (через "точки контакта");

1.2. Локальную вибрацию, передающуюся через руки человека.

2. По источнику возникновения вибраций:

2.1. Локальная вибрация, которая передаётся человеку от ручного механизированного инструмента (с двигателями), органов ручного управления машинами и оборудованием.

2.2. Локальная вибрация, которая передаётся человеку от ручного немеханизированного инструмента (без двигателей), например, через рукоятки молотков или от обрабатываемых деталей (шлифовка вручную).

2.3. Общая вибрация 1 категории.

Это транспортная вибрация, которая воздействует на человека в самоходных и прицепных машинах, иных транспортных средствах при передвижении по местности и дорогам.

Источниками транспортной вибрации являются – трактора, бульдозера, автомобили, комбайны и др.

(Вибрация, передающаяся на ноги сидящего человека и предплечья, относится к категории локальной вибрации).

2.4. Общая вибрация 2 категории. Это транспортно-технологическая вибрация, которая воздействует на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

Общая вибрация 3 категории.

Это технологическая вибрация, которая воздействует на человека на рабочих местах стационарных машин или передаётся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

Основное условие для определения этого вида вибрации: источник неподвижно закреплён на половом настиле, перекрытии, площадке и пр.

Общую вибрацию категории 3 по месту действия подразделяют на следующие типы:

а) Категория 3 а. На постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий (стационарно закреплённый источник вибрации находится в том же помещении);

б) Категория 3 б. На рабочих местах складов, столовых, бытовых комнат, дежурных и других производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию (стационарно закреплённый источник вибрации находится в соседнем помещении);

в) Категория 3 в. На рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного труда (стационарно закреплённый источник вибрации

Нормы технологической вибрации категорий 3г и 3д для коммунальных объектов обоснованы субъективными ощущениями человека и, поэтому представлены допустимыми уровнями.

По источнику вибрации, различают две категории.

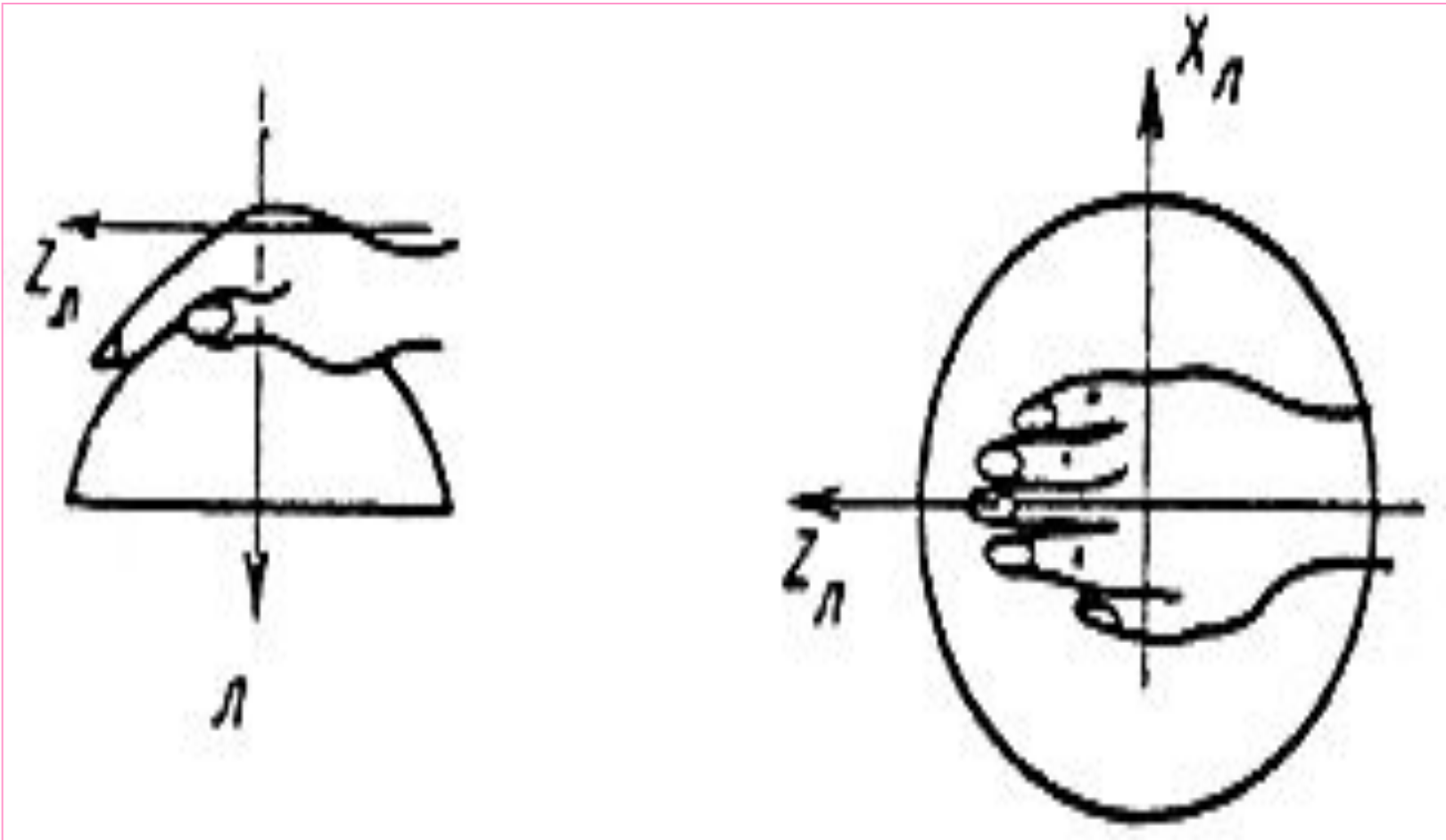
2.6.1. Категория 3 г. Технологическая
вибрация в жилых помещениях и
общественных зданиях от внешних
источников: городского рельсового транспорта,
автотранспорта, промышленных предприятий
и передвижных промышленных установок
(при эксплуатации гидравлических и
механических прессов, строгальных,
вырубных и других металлообрабатывающих
механизмов, поршневых компрессоров,
бетономешалок, дробилок, строительных
машин и др.);

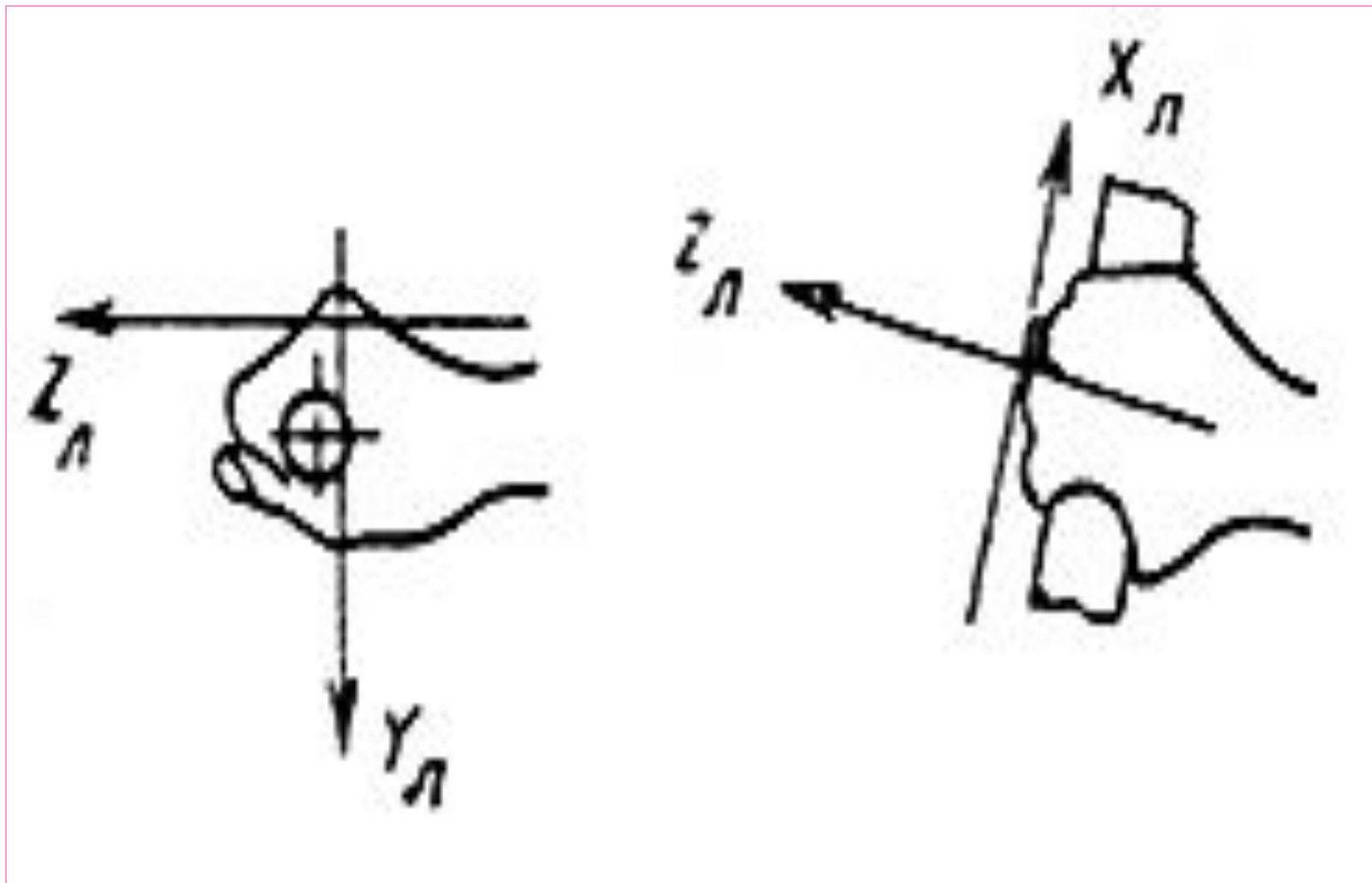
2.6.2. Категория 3 д. Технологическая
вибрация в жилых помещениях и
общественных зданиях от внутренних
источников: инженерно-технического
оборудования зданий и бытовых приборов
(лифты, вентиляционные системы, насосные,
пылесосы, холодильники, стиральные
машины и т.п.), а также встроенных
предприятий торговли (холодильное
оборудование), предприятий коммунального и
бытового обслуживания, котельных и т.д.

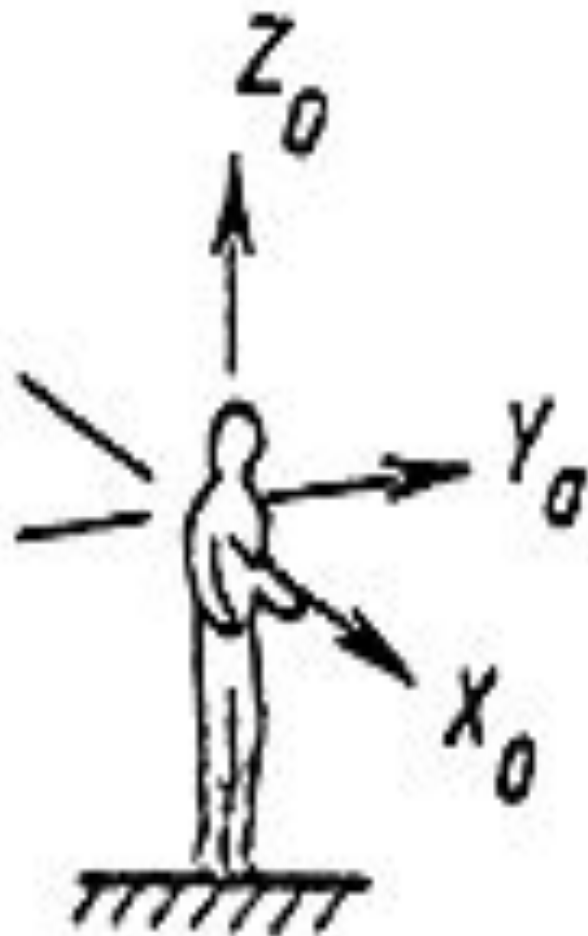
3. По направлению действия, вибрацию подразделяют в соответствии с направлениями осей трёхмерной ортогональной системы координат:

3.1. Локальную вибрацию измеряют по осям ортогональной системы координат X. Y. Z;

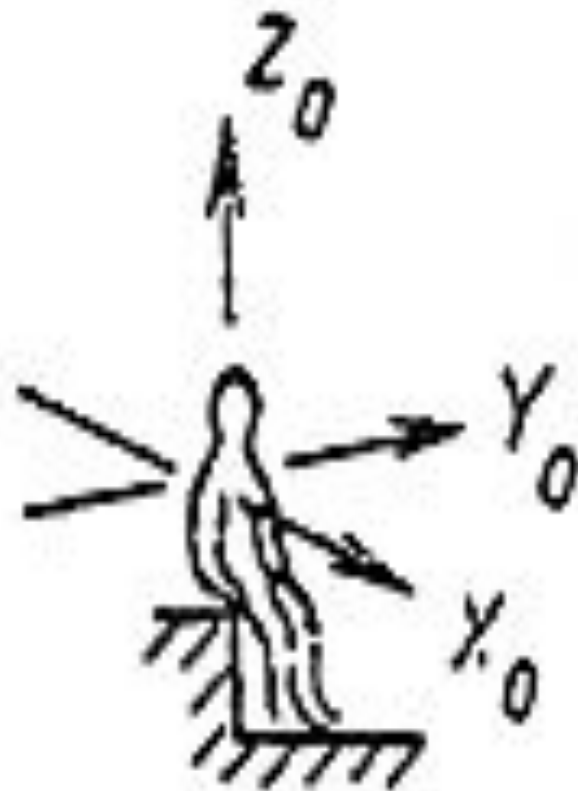
3.2. Общую вибрацию измеряют по осям ортогональной системы координат X. Y. Z;







Положение стоя



Положение сидя

4. По характеру спектра вибрации

выделяют:

4.1. Узкополосные вибрации, у которых контролируемые параметры в одной $1/3$ октавной полосе частот более чем на 15 дБ превышают значения в соседних $1/3$ октавных полосах;

4.2. Широкополосные вибрации - с непрерывным спектром шириной более одной октавы.

5. По частотному составу вибрации выделяют:

- 5.1. Низкочастотные вибрации (с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах частот 1-4 Гц для общих вибраций, 8-16 Гц - для локальных вибраций);
- 5.2. Среднечастотные вибрации (8-16 Гц - для общих вибраций, 31,5-63 Гц - для локальных вибраций);
- 5.3. Высокочастотные вибрации (31,5-63 Гц - для общих вибраций, 125-1000 Гц - для локальных вибраций).

6. По временным характеристикам вибрации выделяют:

6.1. Постоянные вибрации, для которых величина нормируемых параметров изменяется не более чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения;

6.2. Непостоянные вибрации, для которых величина нормируемых параметров изменяется не менее чем в 2 раза (на 6 дБ) за время наблюдения не менее 10 мин при измерении с постоянной времени 1 с, в том числе:

6.2.1. Колеблющиеся во времени вибрации, для которых величина нормируемых параметров непрерывно изменяется во времени;

6.2.2. Прерывистые вибрации, когда контакт человека с вибрацией прерывается, причем длительность интервалов, в течение которых имеет место контакт, составляет более 1 с;

6.2.3. Импульсные вибрации, состоящие из одного или нескольких вибрационных воздействий (например, ударов), каждый длительностью менее 1 с.

Величина колебательной энергии, поглощаемой телом человека (Q), прямо пропорциональна площади контакта (точки контакта), времени воздействия и интенсивности раздражителя:

$$Q = S * T * J, \text{ кгм}$$

S - площадь контакта, м², T - длительность воздействия, сек, J - интенсивность вибрации, кг / м² /сек.

Интенсивность (сила действия) вибрации прямо пропорциональна квадрату колебательной скорости:

$$J = v^2 * \frac{Z}{S}$$

v - среднеквадратичное значение колебательной скорости, м / сек;

Z / S - модуль входного удельного

механического импеданса в зоне контакта, кг / сек / м³.

Гигиеническая регламентация производственной вибрации в нашей стране базируется на принципах приоритета медицинских показаний над технической достижимостью, а также с учетом перспективного развития технических возможностей. Впервые санитарные нормы локальной производственной вибрации были разработаны в 1955 году Е.Ц. Андреевой-Галаниной.

Для оценки биологической значимости вибрации используют, как наиболее актуальные параметры - амплитудно-частотные характеристики (АХЧ).

Частотная характеристика вибрации укладывается в октавные полосы среднегеометрических частот: для локальной вибрации до **1000 Гц**, для общей – до **63 Гц** (включительно).

Амплитуда определяется среднеквадратической виброскоростью.

Различают несколько видов инструментов:

1. Инструмент безопасный по вибрации.

Основной признак: вибрация в точке контакта (на рабочих поверхностях) не превышает санитарные предельно-допустимые уровни (ПДУ) на 25 %.

2. Инструмент вибрирующий. Это такой инструмент, который создаёт вибрацию более чем на 25 % превышающую ПДУ, но не превышающую ПДУ.

3. Виброопасный инструмент. Такой инструмент, который в точках контакта создаёт вибрацию, превышающую ПДУ на 1 дБ и более.

4. Виброопасный инструмент в точках контакта, с которым превышение норматива вибрации составляет не более 12 дБ, требует **введения специальных режимов труда.**

5. Виброопасный инструмент в точках контакта, с которым превышение норматива вибрации составляет более 12 дБ (126 дБ виброскорости и 139 дБ виброускорения) не требует введения специальных режимов труда, поскольку его применение запрещено.

Следует учитывать, что общая погрешность любого шумовиброизмерителя не превышает ± 2 дБ.

Виброопасный труд, требующий введения дополнительных перерывов ограничен превышением нормативов в точках контакта в диапазоне от 1 дБ до 12 дБ или по эквивалентно-корректированному значению виброскорости от 113 дБ до 124 дБ. Рациональная организация режима виброопасного труда предусматривает следующие аспекты.

1. Длительность рабочей смены не более 8 часов (480 мин).

2. Обеденный перерыв должен быть не менее 40 мин.

Два дополнительных перерыва для активного отдыха, проведения комплекса производственной гимнастики и физиотерапевтических профилактических процедур:

3.1. Первый перерыв должен быть не менее 20 мин (через 1-2 часа после начала смены),

3.2. Второй перерыв должен быть не менее - 30 мин (через 2 часа после обеденного перерыва).

Время регламентированных перерывов должно включаться в норму выработки, а режимы труда в сменно-суточное задание, выдаваемое рабочим. При этом в сменно-суточном задании на основе хронометражных данных необходимо подробно указывать длительность выполняемых технологических операций и суммарное время работы в контакте с вибрацией

Нормативно-техническая литература

СанПиН 2.2.2.540-96 "Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ"

Методические указания к разработке режимов труда работников виброопасных профессий. – М., 22.02.1985 г. – (Утв. МЗ СССР, Госкомтруда СССР, ВЦСПС 18.11.85 № 4013-85)

Методические указания по профилактике неблагоприятного действия локальной вибрации. – ((Утв. МЗ СССР 29.08.85. № 3926-85)).

**Принципы диспансеризации рабочих
виброопасных профессий: Методические
рекомендации. – М., 1984м. - (Утв. МЗ СССР
26.04.84 г. № 10-11/37)**

**Методические указания по исследованию
вибрационной чувствительности с помощью
вибротестера ВТ-2 при проведении
предварительных и периодических осмотров
рабочих виброопасных профессий. – Л., 1977.
– (Утв. МЗ СССР, 1977 г.).**

СН 2.2.4/2.1.8.566-96 "Производственная вибрация. Вибрация в помещениях жилых и общественных зданий"

**Санитарные нормы и правила по
ограничению вибрации и шума на рабочих
местах тракторов, сельскохозяйственных
мелиоративных, строительно-дорожных
машин и грузового автотранспорта:
Методические рекомендации – М., 1980 –
(Утв. МЗ СССР 19.02.73 г. № 1102-73)**

Суворов Г.А, Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И.
Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций. - М.: Медицина, 1984, 240 с.

Физические факторы. Эколого-гигиеническая оценка и контроль. Практическое руководство в 2-х т.: Под ред. Н.Ф. Измерова, Г.А.Суворова, С.С. Куролесина - М., Медицина, 1999.

Элланский Ю.Г. Вероятность вибрационной болезни в зависимости от уровня вибрации и стажа работы // Гигиена труда и профзаболевания. – 1987. - № 12. – С. 21 – 23.

БЛАГОДАРЮ
ЗА
ВНИМАНИЕ!!!

