

Шум

Человек рождается и постоянно живет в мире звуков, если они исчезнут, он будет испытывать неудобство и чувство тревоги. Развитие цивилизации шло через общение людей, в том числе посредством речи – звукового общения – одного из видов связи. Но в тоже время шум – это один из главных неблагоприятных факторов (привести примеры и последствия).

Шум – это совокупность звуков различной силы и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени.

По своей природе звуки - механические колебания твердых тел, газов и жидкостей в слышимом диапазоне частот (16-20 000 Гц).

В воздухе механическая волна распространяется от источника колебаний в виде зон сгущения и разрежения. Звуковое поле – область пространства, в котором распространяются звуковые волны. Колебания характеризуются амплитудой и частотой.

Амплитуда колебаний определяет давление и силу звука, чем больше амплитуда, тем больше звуковое давление и громче звук.

Наше ухо улавливает отклонения от давления воздуха, создаваемого звуковой волной от атмосферного. Существует 2 порога чувствительности – нижний и верхний. Нижний порог – 2×10^{-5} Па при частоте 1000 Гц, верхний порог – 20 Па при той же частоте.

Частота колебаний влияет на звуковое восприятие и определяет высоту звучания. Колебания с частотой ниже 16 Гц – инфразвук, а выше 20 000 Гц – ультразвук. С возрастом чувствительность слухового восприятия у человека снижается и верхняя граница у людей пожилого возраста может снизиться до 10 000 Гц.

Восприятие человеком звуков в зависимости от частоты меняется. На частоте 1000-4000 Гц она максимальна, ближе к инфро и ультра звуковым значениям она падает.

Физиологическая особенность человека такова, что воспринимая частотную составляющую, мы реагируем не на абсолютный, а на относительный прирост частот: увеличение частоты звука вдвое воспринимается как повышение высоты звучания на определенную величину, называемую октавой. Октава

– это диапазон частот, где верхняя граница в два раза больше нижней. $f_2/f_1=2$

Весь диапазон частот, который мы слышим, разбит на октавы. Октава характеризуется среднегеометрическим показателем частоты колебаний (31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000 Гц), определяют $f_c = \sqrt{f_n \cdot f_b}$

В ряде случаев октава является очень широкой полосой и требуется исследование шума в более узких полосах.

Принимают понятие 1/3 октавы - это полоса частоты, у которой $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2}$, $f_c = f_1 \cdot \sqrt[3]{2}$

Звуковое давление P н/м² (Па)

Скорость звука $a=343$ м/с в воздухе, в воде – 1450 м/с, в металлах – 4900 м/с.

Для оценки шума определяют его интенсивность (или силу). Интенсивность – это количество звуковой энергии, переносимое звуковой волной за единицу времени и отнесенное к единице площади поверхности, перпендикулярной направлению распространения волны $J = p^2 / \rho a$ (Вт/м²), где ρ – плотность среды, a – волновое сопротивление среды.

Значение интенсивности меняется в очень широких пределах от 10^{-12} до 10^2 Вт/м², в связи с сильно растянутым диапазоном введены логарифмические величины – уровень интенсивности и уровень звукового давления, выражаемые в децибелах (дБ).

$L_I = 10 \lg(J/J_0)$, где J – фактическое, J_0 – пороговое значение интенсивности, $J_0 = 10^{-12}$ Вт/м² при эталонной частоте $f = 1000$ Гц.

Уровень звукового давления $L_p = 20 \lg(p/p_0)$, где $p_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па – пороговое значение.

Использование логарифмической шкалы очень удобно, т.к. отличающиеся между собой звуки по силе в миллиарды раз укладываются в диапазоне 0...140 дБ.

Например: дыхание человека - 10...15 дБ, разговор - 50...60 дБ, двигатель мотоцикла – 95...100 дБ, реактивный самолет на взлете – 110...120 дБ. Однако надо помнить, что шум с уровнем интенсивности в 70 дБ в 2 раза громче шума в 60 дБ и в 4 раза громче шума в 50 дБ, что следует из логарифмического построения шкалы.

Надо отметить, что звуки одинаковой интенсивности, но различной частоты воспринимаются на слух не одинаково.

В связи с чем и введено понятие громкости звука.

Измеряют громкость звука в фонах, определяют, сравнивая с эталонным звуком (частотой 1000 Гц). Для эталонного звука фоны приравнены к децибелам.

Есть единица измерения звука – сон, она более наглядна. Уровень громкости в 40 фон принят за 1 сон, 50 фон – 2 сона, а 60 фон – за 4 сона, следовательно, увеличение в фонах на 10 в сонах – в 2 раза.

Необходимо также помнить о способности звуковых волн отражаться от поверхностей или поглощаться ими. Степень отражения зависит от формы и свойств материала отражающей поверхности (чем больше внутренне сопротивление – резина, войлок – тем большая часть звуковой энергии поглощается).

В помещении может наблюдаться реверберация – многократное отражение звука от пола, стен, потолка.

Кстати, человеческое ухо сохраняет ощущение восприятия звука в течение 0,1 сек, поэтому если отраженный звук достигает его с меньшими промежутками, то сливается и лишь усиливает и продлевает основной звук, если же промежуток более 0,1 сек, мы наблюдаем такое явление, как эхо.

Классификация шума

1. По источнику образования:

- механический (работа машин и механизмов) – создается колебаниями твердой и жидкой поверхности;
- аэро- и гидродинамический – в результате турбулентности газовой или жидкой среды;
- электродинамический – электрическая дуга, коронные разряды.

2. По частоте:

- низкочастотный до 300 Гц,
- среднечастотный от 300 до 800 Гц,
- высокочастотный свыше 800 Гц.

3. По спектру:

- широкополосный,
- тональный.

Спектром шума называется зависимость уровня звукового давления от частоты. Шум считается широкополосным, если его спектр превышает 1 октаву, и тональным, если звуковая энергия

распределяется неравномерно с преобладанием большей ее части в области одной октавы.

4. По времени действия:

- постоянный – уровень звукового давления в течение рабочей смены меняется не более чем на 5 дБ,
- непостоянный – меняется в любую сторону более чем на 5 дБ и подразделяется:
 - а) колеблющийся – уровень звуков непрерывно плавно изменяется во времени,
 - б) прерывистый – изменяется ступенчато более чем на 5 дБ, оставаясь на ступени не менее 1 сек,
 - в) импульсный – состоит из одного или нескольких звуковых сигналов продолжительностью менее 1 сек.

Нормирование шума

Ведется в двух направлениях:

1. Гигиеническое нормирование устанавливает допустимые значения на рабочих местах и на территории жилой застройки.

2. Техническое нормирование – для механизмов – нормирование шумовых характеристик технологического оборудования.

Нормирование осуществляется двумя методами:

1) по предельному спектру – ограничение уровня звукового давления в пределах октав, применяется для оценки воздействия постоянного шума.

Предельный спектр – совокупность нормативных уровней звукового давления в восьми октавных полосах частот (сокращенно – ПС).

Каждый предельный спектр обозначается цифрой, которая соответствует допустимому уровню звукового давления в дБ в октавной полосе частот со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

2) нормирование по общему уровню (по всему диапазону частот).

Сложение шумов

Если есть несколько источников, то они складываются энергетически - т.е. складываются интенсивности.

1. Имеется n - источников шума с интенсивностями $I_1, I_2, I_3 \dots I_n$, тогда $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$

Делим левую и правую части на I_0 , логарифмируем и умножаем на 10.

Получаем: $10 \lg. I/I_0 = 10 \lg. (I_1/I_0 + I_2/I_0 + \dots + I_n/I_0)$

Или $L = 10 \lg. (1 * 10^{L_1/10} + 1 * 10^{L_2/10} + \dots + 1 * 10^{L_n/10})$

$L = 10 \lg. \sum_{i=1}^n 1 * 10^{0,1L_i}$ (1), где L - уровни звукового давления или интенсивности.

2. n -источников шума с одинаковыми интенсивностями $I_1 = I_2 = I_3 = \dots I_n = I$

Подставив в формулу (1) получим $L = L_1 + 10 \lg. N$

Действие шума на человека

Степень воздействия шума на человека зависит от его уровня, характера шума, продолжительности воздействия и индивидуальных особенностей человека.

Шум с уровнем $L = 50-60$ дБ - оказывает воздействие на нервную систему, оказывает психологическое воздействие; $L = 70-80$ дБ - влияет на сердечно-сосудистую систему и обменные процессы; $L = 85-90$ дБ - оказывает влияние на органы слуха и снижает слуховую чувствительность, а также влияет на нервную систему. Может вызвать снижение остроты зрения и чувствительности к различным цветам.

Шум влияет на кору мозга, оказывает раздражающее действие, ведёт к утомлению, снижению внимания, снижает реакцию, снижает работоспособность, может стать причиной возникновения несчастного случая.

Измерение шума

Шум измеряют прибором, который называется шумомер. Он состоит из микрофона, усилителя, измерительного прибора и источника питания.

-] - микрофон
- 2 - усилитель
- 3 - измерительный прибор
- 4- источник питания

Методы и средства защиты от шума

Защита от шума может осуществляться коллективными методами и средствами и индивидуальными средствами.

Коллективные подразделяются на 3 группы:

1. Организационные
2. Архитектурно - планировочные
3. Технические

Технические подразделяются на 2 группы:

- 1) Снижение в источнике возникновения
- 2) Снижение на пути распространения

Организационные: ограничение транспортных потоков, рациональное расположение предприятий, рациональное расположение рабочих мест.

Архитектурно - планировочные: зонирование застройки, удаление автомагистралей, увеличение этажности зданий по мере удаления от магистралей, создание шумопоглощающих полос.

Методы снижения на пути распространения подразделяются на звукоизоляцию и звукопоглощение.

Технические мероприятия зависят от природы шума.

Механический шум снижают повышением точности обработки деталей и сборки узлов. Аэродинамический - снижают применением глушителей.

Электромагнитный - применением демпфирующих материалов (компаунды), заменой пермалоевых сердечников ферритовыми.

Снижение шума на пути его распространения:

1. Звукоизоляция

Метод основан на снижении шума за счёт отражения звуковой волны от преграды.

Для этого на пути распространения шума устанавливают перегородки.

Для звукоизоляции применяют материалы с большим удельным весом. Звукоизолирующие свойства ограждения определяются коэффициентом звукопроницаемости τ :

$$\tau = P_{\text{пр}}/P_{\text{пад}} = I_{\text{пр}}/I_{\text{пад}}, \text{ где}$$

$P_{\text{пр}}$ - прошедшая через перегородку энергия,

$P_{\text{пад}}$ - падающая энергия.

Звукоизоляция это величина обратная коэффициенту проницаемости и обозначается R .

$R = 10 \lg. (1/\tau) = 10 \lg. (I_{\text{пад}}/I_{\text{пр}})$. Звукоизоляция измеряется в дБ

$R = 10 \lg. (L_1/L_2)$ дБ, где L_1 и L_2 - уровни звукового давления в помещении I и II.

$$R = \Delta L = L_2 - L_1 = 20 \lg. (L_2/L_1)$$

Звукоизоляцию можно рассчитать по формуле:

$$R_0 = 20 \lg. f + 20 \lg. Q - 54, \text{ дБ (1)}$$

Где f - расчётная частота, Гц,

Q - поверхностная плотность ограждения (вес одного м² ограждения).

Из формулы следует, что звукоизоляция зависит от частоты и массы ограждения.

С увеличением частоты в 2 раза звукоизоляция увеличивается на 6 дБ. С увеличением массы звукоизоляция также увеличивается на 6 дБ.

Формулы справедливы в том случае, когда звуковые волны за перегородкой распространяются прямолинейно без отражения от внутренних поверхностей, поэтому фактическая звукоизоляция будет меньше, чем рассчитанная по формуле (1)

$$R_{\text{ф}} = R - 10 \lg. A/S_{\text{орг}}$$

A - эквивалентная площадь звукопоглощения, $A = \alpha \times S_n$

α - коэффициент звукопоглощения поверхности

S - площадь внутренних поверхностей помещения

$S_{\text{орг}}$ - площадь перегородки

Данным методом можно снизить шум на 40 - 60 дБ.

Чем больше масса перегородки, тем выше звукоизоляция.

Практическое применение звукоизоляции

Звукоизоляция применяется в виде ограждений, перегородок, экранов, кожухов, кабин и глушителей шума (реактивные и резонаторного вида).

2. Звукопоглощение

Метод основан на снижении шума за счёт перехода звуковой энергии в тепловую в порах звукопоглощающего материала. Звуковые волны, падающие на пористый материал, приводят воздух в порах и скелет материала в колебательные движения, при которых возникает вязкое трение и переход звуковой энергии в теплоту. Для этого проводят акустическую обработку помещения, на потолок и стены наносят звукопоглощающий материал. Применяются лёгкие пористые материалы. Пористые поглотители изготавливают из органических и минеральных волокон (древесина, кокс, шерсть), из стекловолокна, а также из пенопласта. Для защиты материала от механических повреждений и высыпаний используют ткани, сетки, пленки, а также перфорированные экраны.

Резонансные поглотители имеют воздушную полость, соединенную отверстием с окружающей средой. Воздух в резонаторе выполняет роль механической колебательной системы, состоящей из элементов массы упругости и демпфирования. Снижение шума происходит за счет взаимного поглощения падающих и отраженных волн.

Кроме того звукопоглощение может производиться путем внесения в изолированный объем штучного звукопоглотителя, изготовленного например в виде куба, подвешенного к потолку.

Звукопоглощающие свойства материала определяются коэффициентом звукопоглощения α .

$$(\alpha) = P_{\text{погл}} / P_{\text{пад}}$$

Для получения эффекта надо обработать не менее 80% поверхности помещения. Снижение шума при звукопоглощении составляет $\Delta L = 6 - 8$ дБ; $\Delta L_{\text{max}} = 10 - 12$ дБ

Величина ослабления шума ΔL определяется по формуле

$$\Delta L = 10 \lg \frac{V_1}{V_2} \text{ дБ, где}$$

V_1 , и V_2 - постоянные помещения до и после обработки.

$$V_1 = A_1 / (1 - \alpha_1); \quad V_2 = A_2 / (1 - \alpha_2),$$

A_1 и A_2 - эквивалентные площади звукопоглощения до и после звукообработки. $A_1 = \alpha_1 \times S_{\text{поверх}}$; $A_2 = \alpha_2 \times S_{\text{обр}}$

Звукопоглощение применяется для снижения шума от источника находящегося в самом помещении.

Практическое применение звукопоглощения

Используют специальные покрытия.

- 1 - строительные конструкции
- 2 - звукопоглощающий материал
- 3 - защитное покрытие
- 4 - перфорированный алюминиевый щит

Коэффициент звукопоглощения зависит от частоты.

Индивидуальные средства защиты

Это могут быть противошумные наушники, вкладыши дают ослабление 10 - 15 дБ. Для высокого уровня шума применяются специальные шлемы, противошумные костюмы.

ИНФРАЗВУК И УЛЬТРАЗВУК

Инфразвук представляет собой механические колебания упругой среды одинаковой с шумом физической природы, но имеющие частоту меньше 20 Гц. Инфразвук в производственных условиях чаще всего возникает при работе тихоходных крупногабаритных машин и механизмов (вентиляторов, компрессоров, дизельных двигателей, электровозов, турбин, реактивных двигателей ит. д.), циклы работы которых повторяются не чаще 20 раз в секунду, при турбулентных процессах в мощных потоках газов и жидкостей, а в природе - при землетрясениях, морских бурях, извержениях вулканов. Согласно медицинским исследованиям инфразвуковые колебания вызывают у человека чувство глубокой подавленности и необъяснимого страха, слабые звуки действуют на внутреннее ухо, создавая эффект морской болезни, сильные вызывают вибрацию органов человека, нарушая их функции (сердце может даже остановиться). При колебаниях средней мощности наблюдаются внутренние расстройства органов

пищеварения и мозга с самыми различными последствиями (обморок, общая слабость и т.д.). Более того, инфразвук средней силы может вызвать слепоту, а опыты французского профессора Гавро показали, что мощный инфразвук частотой 7 Гц смертелен для организма.

Гигиенические нормы ограничивают уровни звукового давления в октавных полосах со средними геометрическими частотами 2,4,8 и 16 Гц до 105дБ.

Следует отметить низкую эффективность звукоизоляции и звукопоглощения при защите от инфразвука. Поэтому мероприятия по борьбе с инфразвуком сводятся к увеличению быстроходности машин с превышением количества однотипных циклов работы.

Ультразвук - это механические колебания упругой среды, имеющие одинаковую со звуками физическую природу, но по частоте превышающие верхний порог слышимости (20 000 Гц). На производстве ультразвук применяют для дефектоскопии отливок, сварных швов, пластмасс, при измельчении твердых веществ в жидкостях, для очистки и обезжиривания деталей, гомогенизации молока, резания, сварки металла, дробления, сверления хрупких материалов, ускорения брожения при изготовлении вин, в медицине - для диагностики и лечения многих заболеваний.

При прохождении ультразвука через жидкость возникает явление кавитации, сопровождающееся образованием пузырьков, заполненных парами жидкости и растворенным в ней газом, ростом температуры и повышением давления до десятков миллионов паскалей. При этом возникают электрические заряды, люминесцентное свечение, ионизация. Поэтому кавитацию используют для стерилизации, получения эмульсий таких жидкостей, как вода и масло, которые обычным путем не смешиваются, при пайке алюминия и его плавке, так как обычно процесс плавки этого металла нарушается из-за окисления.

Длительное воздействие ультразвука на человека вызывает быструю утомляемость, головную боль, раздражение, боль в ушах, бессонницу, а также профессиональные заболевания - парезы кистей и предплечий. Поэтому необходимо предупреждать контактное озвучивание через твердые и жидкие среды, а также ограничивать распространение ультразвука и шума в воздухе рабочей зоны.

ДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБРАЦИИ

Вибрация - это механические колебания в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменных физических полей с относительно небольшой амплитудой.

В зависимости от параметров (частота, амплитуда) вибрация может как положительно, так и отрицательно влиять на отдельные ткани и организм в целом. Вибрацию используют при лечении некоторых заболеваний, но чаще всего вибрацию (производственную) считают вредно влияющим фактором. Поэтому важно знать граничные характеристики, разделяющие позитивное и негативное влияние вибрации на человека. Впервые на полезное значение вибрации обратил внимание французский ученый аббат Сен Пьер, который в 1734 г. сконструировал вибрирующее кресло для домоседов, повышающее мышечный тонус и улучшающее циркуляцию крови. В начале XX в. в России профессор Военно-медицинской академии А.Е. Щербак доказал, что умеренная вибрация улучшает питание тканей и ускоряет заживление ран.

Производственная вибрация, характеризующаяся значительной амплитудой и продолжительностью действия, вызывает у работающих раздражительность, бессонницу, головную боль, ноющие боли в руках людей, имеющих дело с вибрирующим инструментом. При длительном воздействии вибрации перестраивается костная ткань: на рентгенограммах можно заметить полосы, похожие на следы перелома - участки наибольшего напряжения, где размягчается костная ткань. Возрастает проницаемость мелких кровеносных сосудов, нарушается нервная регуляция, изменяется чувствительность кожи. При работе с ручным механизированным инструментом может возникнуть акроасфиксия (симптом мертвых пальцев) – потеря чувствительности, побеление пальцев, кистей рук. При воздействии общей вибрации более выражены изменения со стороны центральной нервной системы: появляются головокружения, шум в

ушах, ухудшение памяти, нарушение координации движений, вестибулярные расстройства, похудение.

Основные параметры вибрации: частота и амплитуда колебаний. Колеблющаяся с определенной частотой и амплитудой точка движется с непрерывно меняющейся скоростью и ускорением: они максимальны в момент ее прохождения через исходное положение покоя и снижаются до нуля в крайних позициях. Поэтому колебательное движение характеризуется также скоростью и ускорением, представляющими собой производные от амплитуды и частоты. Причем органы чувств человека воспринимают не мгновенное значение параметров вибрации, а действующее.

Действующее значение колебательной скорости, м/с, определяют как среднее квадратичное мгновенных значений скорости $v(t)$ за время усреднения T , т.е.

$$v_{\partial} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_t^{t+T} v^2(t) dt}$$

Вибрацию часто измеряют приборами, шкалы которых отградуированы не в абсолютных значениях скорости и ускорения, а в относительных - децибелах. Поэтому характеристиками вибрации служат также уровень колебательной скорости L_v , дБ, и уровень колебательного ускорения L_a , дБ, определяемые по формулам:

$$L_v = 20 \lg (v/v_0);$$

$L_a = 20 \lg (a/a_0)$, где v - среднее квадратичное значение колебательной скорости, м/с; v_0 - пороговое значение колебательной скорости, равное 5×10^{-8} м/с; a - среднее квадратичное значение колебательного ускорения, м/с²; a_0 - пороговое значение колебательного ускорения, равное 3×10^{-4} м/с².

Рассматривая человека как сложную динамическую структуру с изменяющимися во времени параметрами, можно выделить частоты, вызывающие резкий рост амплитуд колебаний как всего тела в целом, так и отдельных его органов. При вибрации ниже 2 Гц, действующей на человека вдоль позвоночника, тело движется как единое целое. Резонансные частоты мало зависят от индивидуальных особенностей людей, так как основной подсистемой, реагирующей на колебания, являются органы брюшной полости, вибрирующие в одной фазе. Резонанс

внутренних органов наступает при частоте 3...3,5 Гц, а при 4...8 Гц они смещаются.

Если вибрация действует в горизонтальной плоскости по оси, перпендикулярной позвоночнику, то резонансная частота тела (около 1,5 Гц) обусловлена сгибанием позвоночника и жесткостью тазобедренных суставов. Область резонанса для головы сидящего человека соответствует 20...30 Гц. В этом диапазоне амплитуда виброускорения головы может втрое превышать амплитуду колебаний плеч. Качество зрительного восприятия предметов значительно ухудшается при частоте вибрации 60...90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

Исследователи Японии установили, что характер профессии определяет некоторые особенности действия вибрации. Например, у шоферов грузовых машин широко распространены желудочные заболевания, у водителей трелевочных тракторов на лесозаготовках - радикулиты, у пилотов, особенно работающих на вертолетах, наблюдается снижение остроты зрения. Нарушения нервной и сердечно-сосудистой деятельности у летчиков возникают в 4 раза чаще, чем у представителей других профессий.

КЛАССИФИКАЦИЯ И НОРМИРОВАНИЕ ВИБРАЦИИ

Вибрацию классифицируют по следующим признакам:

- по способу воздействия на человека - общая и локальная;
- по источнику возникновения - транспортная (при движении машин), транспортно-технологическая (при совмещении движения с технологическим процессом, например при косьбе или обмолоте самоходным комбайном, рытье траншей экскаватором и т.п.) И технологическая (при работе стационарных машин, например насосных агрегатов);
- по частоте колебаний - низкочастотная (менее 22,6 Гц), среднечастотная (22,6...90 Гц) и высокочастотная (более 90 Гц);
- по характеру спектра - узко- и широкополосная;
- по времени действия - постоянная и непостоянная; последнюю, в свою очередь, делят на колеблющуюся во времени, прерывистую и импульсную.

Нормы вибрации установлены для трех взаимно перпендикулярных направлений вдоль осей ортогональной системы координат. При измерении и оценке общей вибрации

необходимо помнить, что ось X расположена в направлении от спины к груди человека, ось Y - от правого плеча к левому, ось Z – вертикально вдоль туловища. При измерении локальной вибрации следует учитывать, что ось Z направлена вдоль ручного инструмента, а оси X и Y - перпендикулярно к ней.

Стандартом установлены нормы отдельно для транспортной вибрации (категория 1), транспортно-технологической (категория 2) и технологической (категория 3); причем нормы для третьей категории подразделены на подкатегории: 3а - для вибрации, действующей на постоянных рабочих местах производственных помещений; 3б - на рабочих местах складов, бытовых, дежурных и подсобных помещений, в которых отсутствуют генерирующие вибрацию машины; 3в - в помещениях для работников умственного труда.

При гигиенической оценке вибраций нормируемыми параметрами являются средние квадратичные значения виброскорости (и их логарифмические уровни) или виброускорения как в пределах отдельных октав, так и третьооктавных полос. Для локальной вибрации нормы вводят ограничения только в пределах октавных полос. Например, когда устанавливают регулярные перерывы в течение рабочей смены при локальной вибрации, допустимые значения уровня виброскорости увеличивают. Приращение значений виброскорости выбирают из следующих соотношений:

Суммарное время перерывов в течение 1 ч работы, мин	20,1...30	30,1...40	Более 40
Увеличение уровня виброско- рости, дБ	6	9	12

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ВИБРАЦИИ

в случаях превышения допустимого для человека уровня вибрации следует проводить мероприятия по снижению ее параметров. Вибрация воздействует на работающего через объекты - машины, сооружения или транспортные средства, в которых установлены источники колебаний (электродвигатели, двигатели внутреннего сгорания, станки и т. д.). Поэтому защитные мероприятия должны охватывать все элементы системы «генератор колебаний - объект – человек».

Если объект подвержен вибрации от периодических сил, то стремятся прежде всего уменьшить их в самом источнике. Для этого повышают точность балансировки вращающихся деталей, точность обработки и чистоту поверхности сопрягающихся деталей, применяют взаимно уравнивающие механизмы, уменьшают значения действующей на вибрирующую деталь силы и частоты вращения, стремятся равномерно распределить нагрузки на роторы машин, увеличивают продолжительность рабочего цикла.

Так как вибрационное возбуждение в источнике полностью устранить не удается, то возникает необходимость виброзащиты самого объекта. Ее осуществляют следующими методами:

- изменяют конструкцию, в частности смещают основные собственные частоты ее, при которых возможно возникновение резонанса, что достигается увеличением жесткости системы (за счет введения дополнительных ребер жесткости) или ее массы (например, усиление фундамента);

- присоединяют к объекту упругое подвешенное тело - динамический гаситель, воспринимающий вибрацию основного объекта (динамическое гашение вибрации);

- применяют демпфирование, достигаемое как за счет внутреннего поглощения энергии в материале и конструкции (нанесение слоя упруговязких материалов или применение двухслойных материалов типа сталь - алюминий), так и присоединением специальных демпферов (динамическое поглощение);

- между источником возбуждения колебаний и объектом устанавливают упругие элементы - пружины, резинометаллические виброизоляторы, прокладки из резины и т. п. (виброизоляция).

Перечисленные методы виброзащиты относятся к пассивным. Активным методом является искусственное возбуждение вибрации в противоположном направлении с основными колебаниями, возникающими в конструкции, с целью создания эффективного противодействия им. Такое виброгашение имеет смысл при наличии одной фиксированной или подавляющей другие частоте колебаний и строгом соблюдении условия противофазности.

Для индивидуальной защиты от вибрации работающих обеспечивают специальной обувью и перчатками с упругодемпфирующими элементами. Большое профилактическое значение имеют ванночки для рук и ног, массаж, ультрафиолетовое

облучение, производственная гимнастика. Снизить вредное влияние вибрации помогает оптимальное чередование периодов труда и отдыха. Время работы, связанной с вибрацией, снижают в процентном отношении к общему времени смены по мере превышения допустимых значений виброскорости в октавных полосах частот относительно санитарных норм. Кроме того, необходимо предусмотреть регламентированные перерывы продолжительностью 20 мин в первой половине смены и 30 мин во второй. Все работающие с виброисточниками должны проходить предварительный и периодические (не реже одного раза в год) медицинские осмотры. Для усиления сопротивляемости организма в отношении вредного действия вибрации работающим дают витамины.