

Тема. Вибрации и акустические колебания и защита от них

1. Основные характеристики вибрационного поля и единицы измерения вибрационных параметров. Классификация видов вибраций. Воздействие вибраций на человека. Нормирование вибраций, вибрационная болезнь.

2. Основные характеристики акустического поля и единицы измерения параметров шума. Классификация акустических колебаний и шумов. Действие акустических колебаний – шума на человека, особенности воздействия на человека акустических колебаний различных частотных диапазонов – инфразвуковых, звуковых, ультразвуковых; физиологическое и психологическое воздействие.

Заболевания, в том числе профессиональные, связанные с акустическим воздействием. Влияние шума на работоспособность человека и его производительность труда.

3. Основные принципы, методы, средства защиты от вибрации, шума, инфра- и ультразвука.

Воздействие виброакустического фактора на организм человека

Шум

- снижение внимания;
- увеличение расхода энергии при одинаковой физической нагрузке;
- замедление скорости психических реакций и т.п.

Вибрации

При действии на организм общей вибрации страдает в первую очередь нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный.

Инфразвук

- угнетение слуховой, вестибулярной и статокINETической функций;
- появление признаков утомления;
- снижение работоспособности.

Ультразвук

- функциональные изменения центральной нервной системы;
- вегетососудистая дистония;
- головная боль, головокружения

Виброакустические колебания — это упругие колебания твердых тел, газов и жидкостей, возникающие в рабочей зоне при работе технологического оборудования, движении технологических транспортных средств.

Вибрация — это малые механические колебания, возникающие в упругих телах.

* Это фактор производственной среды, связанный с механическими колебаниями, сотрясениями, толчками, воздействующими на тело или отдельные органы человека.

* Причины возникновения в ГА: работа двигателей, самолета, несущей системы вертолета, аэродинамические силы в процессе полета.

Источники возникновения вибрации:

- работающие электродвигатели, особенно плохо сбалансированные;
- двигатели внутреннего сгорания;
- газотурбинные двигатели транспортных средств
- работающее дерево - и металлообрабатывающее оборудование, плохое состояние дорожного покрытия
- ручной электроинструмент - дрели, отбойные молотки и др.

Вибрация - колебательные движения упругих тел, конструкций, сооружений около положения равновесия.



Воздействие вибрации на человека **классифицируют:**

- * по способу передачи колебаний;
- * по направлению действия вибрации;
- * по временной характеристике вибрации.

По способу передачи колебаний различают *общую и локальную (местную)* вибрации.

- * Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма.
- * Местная воздействует на отдельные части тела.
- * Работающий может одновременно подвергаться общей и местной вибрации (комбинированная вибрация).

По направлению действия вибрация подразделяется на:

- * вертикальную вибрацию;
- * горизонтальную вибрацию — от спины к груди;
- * горизонтальную вибрацию — от правого плеча к левому плечу.

По временной характеристике различают:

- * постоянную вибрацию для которой контролируемый параметр за время наблюдения изменяется не более чем в 2 раза (6 дБ);
- * непостоянную вибрацию, изменяющуюся по контролируемым параметрам более чем в 2 раза.

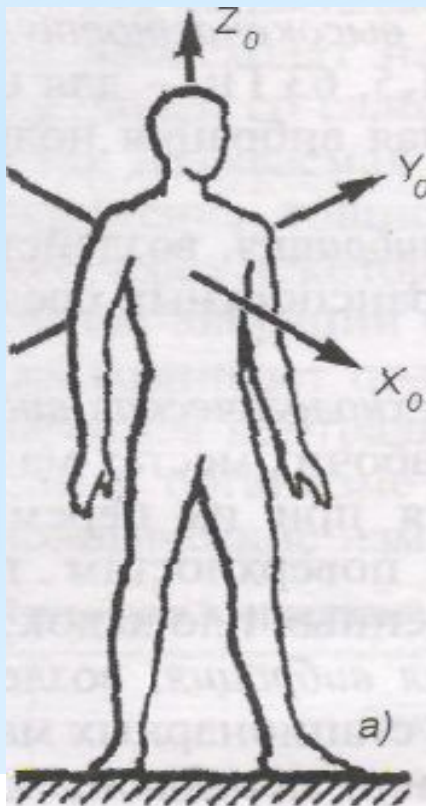


Рис.1. Направление координат осей при действии общей вибрации: *a* — положение стоя; *б* — положение сидя; ось Z_0 — вертикальная, перпендикулярная опорной поверхности; ось X_0 — горизонтальная от спины к груди; Y_0 — горизонтальная от правого плеча к левому

Основные параметры, характеризующие вибрацию.

- **частота (f)** - количество колебаний в единицу времени $f = 1/T$. Частота измеряется в герцах (Гц, 1/с) — количестве колебаний в секунду. Частоты производственных вибраций изменяются в широком диапазоне: от 0,5 до 8000 Гц.
- **период колебания T (с)** - время, в течение которого происходит одно колебание, называется : $T = 1/f$.
- **виброскорость (в м/с) или виброускорение.**
- При повышении частот колебаний более 0,7 Гц возможны резонансные колебания в органах человека. Особое значение резонанс приобретает

Воздействие вибрации на организм

Особенно опасна вибрация на резонансных или околорезонансных частотах (6–9 Гц).

Вибрационная патология стоит на втором месте (после пылевых) среди профессиональных заболеваний.

Вибрация нарушает деятельность сердечно-сосудистой и нервной систем, вызывает вибрационную болезнь.

Выделяют три вида виброболезни:

от воздействия общей, локальной и толчкообразной вибраций.

При действии на организм **общей вибрации** страдает в первую очередь **нервная система и анализаторы: вестибулярный, зрительный, тактильный.**

Признаки виброболезни: головокружения, расстройство координации движений, равновесия тела, симптомы укачивания; нарушение зрительной функции (сужение и выпадение отдельных участков полей зрения, снижение остроты зрения, иногда до 40 %; снижение болевой, тактильной чувствительности.

Толчкообразная вибрация особенно опасна, так как вызывает микротравмы различных тканей с последующими реактивными изменениями.

Бич современного производства, особенно машиностроения,— **локальная вибрация**. Локальной вибрации подвергаются главным образом люди, работающие с ручным механизированным инструментом. Локальная вибрация вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушая снабжение конечностей кровью. Одновременно колебания действуют на нервные окончания, мышечные и костные ткани, вызывают снижение кожной чувствительности, отложение солей в суставах пальцев, деформируя и уменьшая подвижность суставов.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибраций на организм, относятся:

- чрезмерные мышечные нагрузки**
- неблагоприятные микроклиматические условия, особенно пониженная температура**
- шум высокой интенсивности**
- психоэмоциональный стресс.**

Охлаждение и смачивание рук значительно повышает риск развития вибрационной болезни за счет усиления сосудистых реакций.

*** Вибрационная болезнь - профессиональное заболевание, обусловлено длительным (не менее 3-5 лет) воздействием вибрации в условиях производства. В зависимости от частоты и длительности воздействия, его локализации и сопутствующих факторов различают 3 стадии виброболезни.**

*** Чаще всего поражаются сосуды конечностей, а также нервная система. В тяжелых случаях может нарушаться деятельность сердечно-сосудистой системы, органов пищеварения, страдают кости и суставы.**

Нормирование вибрационного фактора на рабочих местах

- ГОСТ 26568-85. «Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация» устанавливает классификацию методов и средств, предназначенных для снижения вибрации ручных, стационарных, самоходных и прицепных машин, оборудования, строительных конструкций и уменьшения вредного воздействия вибрации на человека-оператора.
- ГОСТ ИСО 8041-2006 «Вибрация. Воздействие вибрации на человека. Средства измерений» устанавливает требования к характеристикам средств измерений параметров ускорения, используемых при оценке воздействия вибрации на человека, а также к методам подтверждения этих характеристик в процессе испытаний: для целей утверждения типа, первичной и повторной поверок и проверки работоспособности на месте (в условиях применения средства измерений).
- ГОСТ 12.1.012-2004. «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования» устанавливает общие требования к обеспечению вибрационной безопасности на производстве, транспорте, в строительстве, горных и других работах, связанных с неблагоприятным воздействием вибрации на человека.

ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ

- * *Борьба с вибрацией в источнике ее возникновения* (конструирование и проектирование таких машин и технологических процессов, в которых исключены или снижены неуравновешенные силы).
- * *Отстройка от режима резонанса* достигается либо изменением характеристик системы (массы и жесткости), либо изменением угловой скорости.
- * *Вибродемпфирование* – снижение вибрации объекта путем превращения ее энергии в другие виды (в конечном счете – в тепловую). Хорошо демпфируют колебания смазочные масла.
- * *Виброгашение* – способ снижения вибрации путем введения в систему дополнительных реактивных сопротивлений (например, пружин, амортизаторов).
- * *Виброизоляция* – способ уменьшения вибрации защищенного объекта посредством введения в систему упругой связи, препятствующей передаче вибрации от источника колебаний к основанию или смежным элементам конструкций (например

* **Акустическими колебаниями** называют колебания упругой среды. Понятие акустических колебаний охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания воздушной среды.

* **Источники шума на производстве:**

* двигатели, насосы, компрессоры, турбины, пневматические и электрические инструменты, молоты, дробилки, станки, центрифуги, установки, имеющие движущиеся детали.

- * **Акустические колебания в диапазоне частот 16..20 кГц, воспринимаемые ухом человека с нормальным слухом, называют *звуковыми*.**
- * **Акустические колебания с частотой менее 16 Гц называют *инфразвуковыми*, выше 20 кГц - *ультразвуковыми*.**
- * **Область распространения акустических колебаний называют *акустическим полем*. Часто акустические колебания называют *звуком*, а область их распространения — *звуковым полем*.**

- * **Шум** – это механические колебания, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде. Частицы среды при этом колеблются относительно положения равновесия.
- * *Шумом* принято называть апериодические звуки различной интенсивности и частоты.
- * С физиологической точки зрения шум -это всякий неблагоприятно воспринимаемый человеком звук.

Физические характеристики шума

- * Звук распространяется в воздухе со скоростью 344 м/с.
- * Характеристики, определяющие распространение шума и его воздействие на человека:
- * **Частота.**
- * **Мощность P источника шума**
- * **Интенсивностью звука I** - мощность, приходящаяся на единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения звука
- * **Акустическое давление P** , возникающее в среде при прохождении звука. Оно измеряется в Н/м² или Па.
- * **Уровень интенсивности шума** - выражаются в децибелах (дБ).

- * Введены особые показатели, называемые уровнями, которые выражаются в децибелах (дБ).
- * Уровень интенсивности шума определяется по формуле:

$$L_i = 10 \lg \frac{I}{I_0} \quad , \text{ дБ}$$

где I_0 – интенсивность, соответствующая порогу слышимости, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м².

- * В качестве пороговых значений приняты минимальные значения звукового давления и интенсивности звука, которые слышит человек при частоте звука в 1000 Гц, поэтому они получили названия **порогов слышимости**.
- * **Область слышимых звуков ограничена двумя пороговыми кривыми:**
 - * **нижняя — порог слышимости,**
 - * **верхняя — порог болевого ощущения.**
- * **Болевым порогом принято считать звук с уровнем 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 100 Вт/м².**



* Область слухового восприятия

Шум - это беспорядочные колебания различной физической природы, отличающиеся сложностью временной и спектральной структуры.



* По *временным характеристикам* выделяют:

* *Постоянный* шум, уровень которого в течение 8-часового рабочего дня изменяется не более чем на 5 дБ;

* *Непостоянный* - изменение превышает 5 дБ.

* Непостоянные шумы в свою очередь разделяются на:

* *колеблющиеся* - уровень звука которых изменяется непрерывно во времени (например, шум транспортных потоков);

* *прерывистые* - уровень звука которых изменяется ступенчато (на 5 дБ и более), причем длительность интервалов, в которых уровень звука остается постоянным не менее 1 с (например, шум прерывисто сбрасываемого из баллонов сжатого воздуха);

* *импульсные* - представляющие собой звуковые импульсы, длительностью менее 1 с (например, шум агрегатов и машин работающих в импульсном режиме)

* Воздействие фактора на организм человека

* Шумовое воздействие на рабочем месте приводит к:

* снижению внимания;

* увеличению расхода энергии при одинаковой физической нагрузке;

* замедлению скорости психических реакций и т.п.

* изменения скорости дыхания и пульса,

* способствует нарушению обмена веществ, возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, язвы желудка, гипертонической болезни,

* Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к **нейросенсорной тугоухости**

- * Шум с уровнем звукового давления до 30...45 дБ привычен для человека и не беспокоит его.
- * Повышение уровня звука до 40...70 дБ создает дополнительную нагрузку на нервную систему, вызывает ухудшение самочувствия и при длительном воздействии может стать причиной неврозов.
- * Длительное воздействие шума с уровнем выше 80 дБ может привести к ухудшению слуха — профессиональной тугоухости.
- * При действии шума выше 130 дБ возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при уровнях звука выше 160 дБ вероятен смертельный исход.

Инфразвук - это упругие колебания и волны с частотами, лежащими ниже полосы слышимых (акустических) частот – 20 Гц.

Источники инфразвука - средства наземного, воздушного и водного транспорта, пульсация давления в газозвоздушных смесях – компрессоры, газотурбинные установки, электросталеплавильные дуговые доменные печи, вентиляционные системы и системы кондиционирования, открытые окна движущихся транспортных средств и т.п.

Классификация инфразвука

По характеру спектра

Широкополосный

Тональный

По временной характеристике

Постоянный

Непостоянная

Воздействие фактора на организм человека

- угнетение слуховой, вестибулярной и статокINETической функций;
- появление признаков утомления;
- снижение работоспособности.

При сочетанном действии высоких уровней шума и инфразвука количество жалоб работников на плохое самочувствие увеличивается в 3 раза.

* *Инфразвук* с уровнем от 110 до 150 дБ вызывает:

* нарушения в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном аппарате;

* возникают головные боли, осязаемое движение барабанных перепонки, звон в ушах и голове, снижается внимание и работоспособность, появляется чувство страха, угнетенное состояние, нарушается равновесие, появляется сонливость, затруднение речи;

* инфразвук вызывает в организме человека психофизиологические реакции - тревожное состояние, эмоциональная неустойчивость, неуверенность в себе.

Ультразвук - это упругие колебания и волны с частотами, лежащими выше полосы слышимых (акустических) частот – 20 кГц.

Источники ультразвука - это все виды ультразвукового технологического оборудования, ультразвуковые приборы и аппаратура промышленного, медицинского, бытового назначения, генерирующие ультразвуковые колебания в диапазоне частот от 18 кГц до 100 МГц и выше.

Классификация ультразвука

По способу распространения:

- *контактный* ультразвук - распространяется контактным путем при соприкосновении с твердыми и жидкими средами (при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука, обрабатываемыми деталями, приспособлениями для их удержания, озвученными жидкостями, сканерами медицинских диагностических приборов, физиотерапевтической и хирургической ультразвуковой аппаратуры и т.д.);
- *воздушный* ультразвук - распространяется по воздуху.

По типу источников ультразвуковых колебаний выделяют:

- *ручные* источники;
- *стационарные* источники.

По спектральным характеристикам ультразвуковых колебаний:

- *низкочастотный* - 16-63 кГц (указаны среднегеометрические частоты октавных полос);
- *среднечастотный* - 125-250 кГц;
- *высокочастотный* - 1,0-31,5 МГц.

По режиму генерирования ультразвуковых колебаний выделяют:

- *постоянный* ультразвук;
- *импульсный* ультразвук.

Классификация ультразвука

По способу распространения

Контактный

Воздушный

По типу источников

Ручные

Стационарные

По спектральным характеристикам

Высокочастотный

Среднечастотный

Низкочастотный

По режиму генерирования

Постоянный

Импульсный

- * *Ультразвук* может действовать на человека как через воздушную среду, так и контактно на руки — через жидкую и твердую среды.
- * Воздействие через воздушную среду вызывает функциональные нарушения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, а также изменения свойств и состава крови, артериального давления.
- * Контактное воздействие на руки приводит к нарушению капиллярного кровообращения в кистях рук, снижению болевой чувствительности, изменению костной структуры — снижению плотности костной ткани.

Методы борьбы с шумом

Задачами акустического расчета являются:

- 1) определение уровня звукового давления в расчетной точке, когда известен источник шума и его шумовые характеристики;
- 2) определение величины снижения шума;
- 3) разработка мероприятия по снижению шума до допустимой величины.

Для снижения шума могут быть применены следующие методы:

- 1) снижение шума в источнике (повышение частоты);
- 2) изменение направленности излучения;
- 3) рациональная планировка предприятий и цехов, акустическая обработка помещений;
- 4) снижение шума на пути его распространения (экраны, кожухи, кабины);
- 5) средства индивидуальной защиты от шума.

Защита от шума

Коллективные способы защиты:

- * снижение шума в источнике его возникновения;
- * звукоизоляция;
- * звукопоглощение;
- * архитектурно-планировочные решения;
- * специальные глушители.



Средства индивидуальной защиты:

- * - антифоны, беруши, вкладыши
- * противозумные



Защита от инфразвука

Основным способом защиты является снижение инфразвука в источнике его возникновения

Защита от ультразвука

Для защиты от ультразвука передающегося через воздушную среду, широко применяют методы звукоизоляции, имеющие высокую эффективность в области высоких частот.

Защита временем

Регламентированные перерыва для снижения эффекта шумов. Длительность устанавливается с учетом уровня шума, его спектра и средств индивид. защиты.

Нормирование акустических колебаний

ГОСТ 12.1.001-89. «ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности».

Стандарт устанавливает классификацию, характеристику, допустимые уровни ультразвука на рабочих местах и общие требования к ультразвуковым характеристикам оборудования, методам контроля и защите от воздействия ультразвука.

СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96. «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».

Настоящие санитарные правила и нормы устанавливают классификацию, нормируемые параметры и нормативные значения ультразвука на рабочих местах и во внепроизводственных условиях, требования к измерению ультразвука и меры профилактики.

СН 2.2.4/2.1.8.562-96. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Настоящие санитарные нормы устанавливают классификацию шумов; нормируемые параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, допустимые уровни шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

СН 3077-84 - Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки.

Санитарные нормы устанавливают допустимые уровни шума, проникающего в помещения жилых и общественных зданий от внешних и внутренних источников, и допустимые уровни шума на территории жилой застройки.

СНиП 23-03-2003. «Защита от шума».

Настоящие нормы и правила устанавливают обязательные требования, которые должны выполняться при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий различного назначения, планировке и застройке населенных мест с целью защиты от шума и обеспечения нормативных параметров акустической среды в производственных, жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки.

СН 2.2.4/2.1.8.583-96. «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

Настоящие санитарные нормы устанавливают классификацию, нормируемые параметры и предельно допустимые уровни инфразвука на рабочих местах, а также допустимые уровни инфразвука в жилых и общественных помещениях и территории жилой застройки.