

## **Типы вибраций и шумов.**

### **Вибрации**

По характеру воздействия различают общую и локальную вибрации. При общей вибрации происходит сотрясение всего организма. Общая вибрация с учетом свойств источника ее возникновения подразделяется на:

- транспортную (для транспортных рабочих, водителей и т.д.);
- транспортно-технологическую (для операторов прокатных станков, сборочных конвейеров и т.д.);
- технологическую, которая возникает при работе стационарного технологического оборудования и передается на рабочие места, не имеющие источников вибрации (сюда можно отнести категорию лиц, занимающихся умственным трудом).

При локальной вибрации происходит сотрясение кистей рук, отдельных частей тела, например, при работе с ручным механизированным инструментом (бурильщики, сверловщики, а также кузнецы и т.д.).

### **Шумы**

*Аэродинамические шумы* являются составляющей шума вентиляторов, компрессоров, газовых турбин, насосов, двигателей внутреннего сгорания.

*Гидродинамические шумы* возникают в основном при стационарных и нестационарных движениях жидкостей с большими скоростями.

*Электромагнитные шумы* являются следствием взаимодействия ферро- магнитных масс под влиянием переменных магнитных полей.

## **Заболевания от вибраций и шумов.**

### **Вибраций:**

- развитие нервных заболеваний
- нарушение функций сердечно-сосудистой системы
- нарушение функций опорно-двигательного аппарата
- поражение мышечных тканей суставов

Возникает вибрационная болезнь.

Её проявления – головные боли, головокружение, нарушение сна, плохое самочувствие, пониженная работоспособность. Вибробольность лечится медленно и лишь на ранних стадиях. Появление необратимых изменений в организме приводит к инвалидности.

*При шумах* профессиональная тугоухость.

Воздействие на нервную систему, влияния которого зависит от особенностей конкретного человека.

Воздействие шума в течение продолжительного времени может привести к возникновению таких заболеваний как неврозы, гипертония и язвенная болезнь, кожные и кишечные заболевания.

При постоянном воздействии шума, например, на таких производствах, как текстильное, на участках, где установлено кузнечно-прессовое оборудование у работающих может возникнуть профессиональная болезнь – снижение слуха по типу кохлеарного неврита. Под влиянием шумов с уровнями звукового давления 90 – 100 дБ притупляется острота зрения, появляются головные боли и головокружения, происходит нарушение сердечной деятельности, наблюдается бессонница. При очень высоких уровнях звукового давления 145 дБ и выше возможен разрыв барабанной перепонки.

## **Параметры, по которым нормируют вибрации и шумы.**

### **Вибрации:**

Для исключения возможности возникновения виброболести введено гигиеническое и техническое нормирование вибраций. Нормируются параметры вибрации в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.012 – 90 «ССБТ. Вибрация. Общие требования безопасности»

Нормируемыми параметрами общей и локальной вибрации являются среднее квадратичное значение виброскорости  $V_d$  и логарифмический уровень виброскорости  $L_v$  в каждой октавной полосе частот. Нормы по ограничению общих вибраций (пола, оснований машин, сидений и т.п.) устанавливают предельно допустимые значения  $V_d$  и  $L_v$  в октавных полосах частот со среднегеометрическими значениями 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63 Гц, а нормы по ограничению локальной вибрации – в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000 Гц. Общая вибрация с частотой менее 1 Гц нормируется по величине смещения  $x$  в зависимости от значения основной частоты колебаний. Указанные нормативы соответствуют непрерывному воздействию вибрации в течение рабочего дня.

### **Шумы:**

В ГОСТ 12.1.003 – 83\* шумы подразделяются по характеру спектра на широкополосные с непрерывным спектром шириной более одной октавы и тональные, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, а по временным характеристикам – на постоянные, уровень звука которых за восьмичасовой рабочий день изменяется во времени не более чем на 5 дБ А и непостоянные (колеблющиеся во времени, прерывистые или импульсные), для которых это изменение более 5 дБ А.

Для постоянных шумов нормируются допустимые уровни звукового давления в девяти октавных полосах частот в зависимости от вида производственной деятельности и назначения помещения.

Для ориентировочной оценки (например, при проверке органами надзора, выявлении необходимости осуществления мер по снижению шума и др.) в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принят допустимый уровень звука в дБ А, измеряемый шумомером.

Нормируемой характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный критерий – эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБ А, для измерения которого используются специальные интегрирующие шумомеры. Допустимые значения эквивалентных уровней звука непостоянных широкополосных шумов приведены.

Для тонального и импульсного шума допустимый уровень звука должен быть на 5 дБ меньше значений, указанных в ГОСТ 12.1.003 – 83.

## **Средства индивидуальной защиты от вибраций и шумов.**

Вибрации:

При работе с ручным механизированным и пневматическим инструментом применяются средства индивидуальной защиты рук от вибрирующих объектов, указанные в ГОСТ 12.4.002 – 74 «ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие технические требования». К ним относятся антивибрационные рукавицы с поролоновыми прокладками или наладонниками из резины. Для изоляции рабочих от вибрирующего пола применяют специальную обувь на антивибрационной подошве; резино-войлочные маты; антивибрационные площадки; антивибрационные сидения.

В целях профилактики развития вибрационной болезни для работающих с вибрирующим оборудованием регламентируется режим работы – продолжительность рабочей смены, обязательные перерывы, отдых.

Шумы:

К средствам индивидуальной защиты органов слуха, установленных ГОСТ 12.4.051 – 87, относятся противошумы – вкладыши, наушники, шлемы, эффективность использования которых особенно велика в области высоких частот, наиболее вредных и неприятных для человека.

Вкладыши могут быть однократного пользования, изготовленные из ультратонкого волокна типа ФПП, и многократного пользования из пластмассы или других упругих эластичных материалов. Вкладыши обеспечивают снижение шума в октавных полосах на 5 – 30 дБ.

Наушники типа ВЦНИИОТ обладают большей эффективностью, снижая уровень звукового давления на 7 – 47 дБ. Однако они в ряде случаев неудобны в эксплуатации (большая масса, наличие прижима в околоушной области, запотевание кожи под наушниками и др.). Поэтому наушники чаще используют в тех случаях, когда требуется их периодическое применение.

При воздействии шумов с высокими уровнями (более 120 дБ) вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты, так как такой шум за счет костной проводимости воздействует непосредственно на мозг человека. В этом случае применяются шлемы, закрывающие ушную раковину и часть головы.

## **Механизм действия вибраций с резонансными частотами.**

Тело человека, рассматриваемое как вязкоупругая механическая система, обладает собственными частотами с достаточно выраженными резонансными свойствами. Резонансные частоты тела человека: глаза 12 – 27 Гц, грудная клетка 2 – 12 Гц, ноги и руки 2 – 8 Гц, голова 8 – 27 Гц, позвоночник 4 – 14 Гц.

При значительных уровнях вибрации в диапазоне частот 4 – 10 Гц человек может испытывать болевые ощущения и дискомфорт вследствие резонансных колебаний системы «грудь-живот». Резонансы головы вызывают снижение остроты зрения вследствие смещения изображения объекта относительно сетчатки глаза, а также вызывают возрастание ошибок оператора.

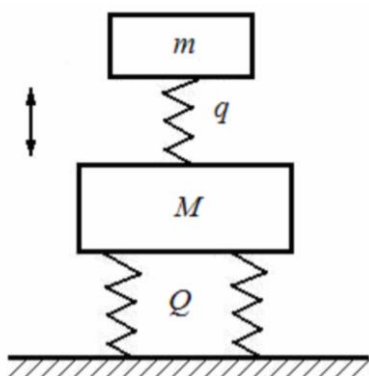
Особо опасны вибрации с частотой, совпадающей с собственной частотой внутренних органов человеческого организма – 6 – 9 Гц, могут вызвать механическое повреждение или даже разрыв этих органов.

## Вибропоглощение, активные и динамические системы гашения вибраций.

*Вибродемпфирование (вибропоглощение).* Вибродемпфирование – это процесс уменьшения уровня вибрации защищаемого объекта путем превращения энергии механических колебаний данной системы в тепловую энергию за счет диссипативных сил. Эффект вибродемпфирования определяется коэффициентом активного сопротивления (трения)  $\mu$  системы. Увеличение потерь энергии механических колебаний может производиться за счет:

- а) использования конструктивных материалов с большим внутренним трением, это сплавы: Cu – Ni, Ni – Ti, Ni – Co, композиционные материалы, пластмассы и др.;
- б) нанесения на вибрирующие поверхности слоя упруговязких материалов с большим внутренним трением. Это многослойные покрытия, твердые и мягкие пластмассы, резина, мастики, технические масла, смазки;
- в) использования искусственных демпферов – устройств в виде поршня, перемещающегося в вязкой среде

*Динамическое гашение вибрации.* Для увеличения реактивного сопротивления колебательной системы используют динамические виброгасители. Это дополнительная колебательная система с массой  $m$  и жесткостью  $q$ , собственная частота которой  $f_0$  настроена на основную частоту колебаний  $f$  вибрирующего агрегата, имеющего массу  $M$  и жесткость  $Q$ , путем подбора характеристик виброгасителя  $m$  и  $q$ .



Виброгаситель жестко крепится на агрегате, поэтому в нем в каждый момент времени возбуждаются колебания, находящиеся в противофазе с колебаниями агрегата. Недостатком динамического виброгасителя является то, что он эффективно действует только на резонансной частоте колебательной системы. При отличии собственной частоты колебаний системы от резонансной – эффективность виброгашения резко падает. Динамическое виброгашение применяется для ослабления низкочастотных вибраций. Динамические виброгасители могут быть основаны на пассивных элементах (массы, пружины) и активных, имеющих собственные источники энергии. Для снижения вибрации также возможно использование ударных виброгасителей (маятниковых, пружинных), в которых осуществляется переход механической энергии в энергию деформации контактирующих элементов. В результате энергия распределяется по объему соударяющихся элементов виброгасителя, вызывая их колебания и вместе с тем рассеяние энергии вследствие действия сил внешнего и внутреннего трения.

*Активные системы виброизоляции.* Вибрационная защита с помощью массивных элементов оказывается малоэффективной для низких частот. В таких случаях применяют активные (управляющие) системы виброизоляции. В них внешние силы, вызывающие вибрацию защищаемого объекта, компенсируются дополнительным источником энергии. Активные системы виброизоляции используются для защиты прецизионных станков, стартовых платформ, пилотов от перегрузок и повышения комфортности транспортных

средств. Активная система содержит чувствительные элементы (датчики), устройства для создания управляющего воздействия. В зависимости от предъявляемых требований усилительные и исполнительные устройства могут быть гидравлические, пневматические, электро-механические, электромагнитные.

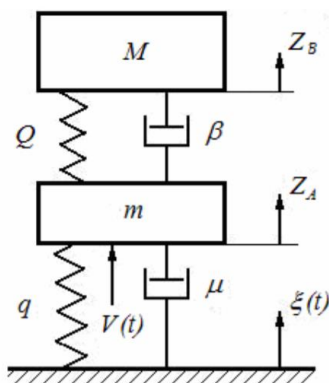
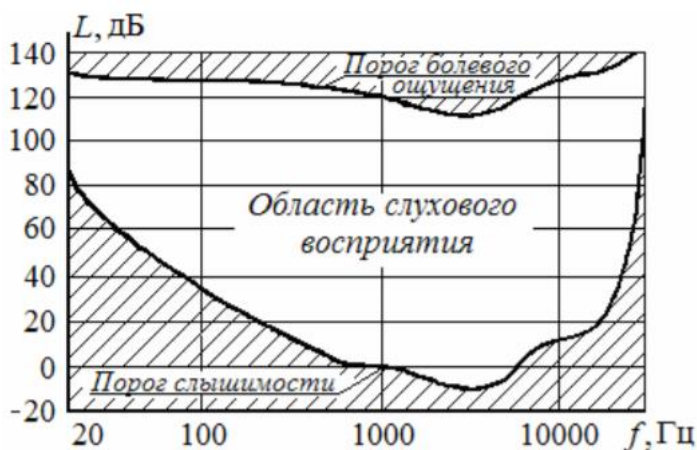


Рис. 9. Схема активной виброзащиты

На рис. 9 приведена схема активной виброзащиты, где введена активная обратная связь, формирующая управляющее воздействие  $V(t)$ .

### Границы области слухового восприятия.

Область слышимых человеком звуков ограничивается не только определенными частотами (16 – 20000 Гц), но и определенными предельными значениями звуковых давлений и их уровней. Эти предельные значения уровней звукового давления на рис. 11 изображены двумя кривыми.



Нижняя кривая соответствует порогу слышимости, величина которого изменяется в зависимости от частоты звука, так как чувствительность слухового аппарата человека различна к звукам разной частоты. На частоте 1000 Гц, принятой в качестве стандартной частоты сравнения в акустике, пороговое значение звукового давления  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па соответствует порогу слышимости —  $L = 0$  дБ. Верхняя кривая — порог болевого ощущения. Звуки, превышающие по своему уровню этот порог, могут вызвать боли и повреждения в слуховом аппарате человека. Область на частотной шкале, лежащая между порогом слышимости и порогом болевого ощущения, называется областью слухового восприятия.

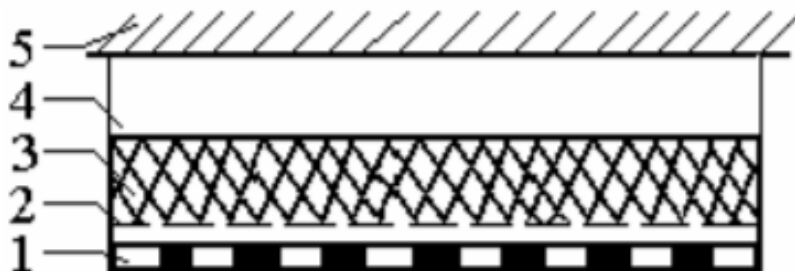
## Акустическая обработка помещений.

При наличии источника шума в помещении нередко звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка и различных предметов. Большинство материалов, применяемых в строительстве (бетон, кирпич, стеклоблоки, и т.п.) поглощает меньше 2% падающей на их поверхность звуковой энергии, отражая 98% обратно в помещение.

С целью уменьшения интенсивности отраженного звука применяют метод акустической обработки помещения, под которой понимается облицовка всех или части внутренних поверхностей помещения звукопоглощающим материалом или специальными звукопоглощающими конструкциями.

Звукопоглощающие облицовки обычно размещают в помещении на потолке и на стенах. Площадь облицовываемой поверхности для достижения максимально возможного эффекта должна составлять не менее 60% общей площади ограничивающих помещение поверхностей. С помощью звукопоглощающих облицовок и конструкций можно обеспечить снижение шума в помещении на 8 – 10 дБ.

Наиболее часто для акустической обработки производственных помещений применяются облицовки, состоящие из пористых волокнистых звукопоглощающих материалов типа матов или мягких плит, закрытых со стороны помещения перфорированными экранами



Перфорированный экран 1 защищает звукопоглощающий материал 3 от механических повреждений. Чтобы предотвратить высыпание через отверстия перфорации звукопоглощающих волокнистых материалов (особенно стекломинераловатных), между экраном и волокнистым материалом помещается защитная оболочка 2 из акустически прозрачной ткани.

При необходимости снижения шума в помещении, преимущественно в области низких частот, звукопоглощающую облицовку следует относить от поверхности стены на 100 – 250 мм, оставляя между потолком 5 или стеной и облицовкой воздушный промежуток 4.