**Лекция № 13 Воздействие на организм механических и акустических колебаний**

 Вопросы

1. Акустические колебания. Шум.
2. Биофизика слухового восприятия. Звук и слух.
3. Воздействие шума на здоровье человека. Фоновый шум. Раздражающее, физиологическое, травмирующее, маскирующее действие шума.
4. Действие импульсного, тонального, непостоянного шума.
5. Заболевания, вызываемые воздействием шума.
6. Влияние шума на животных, растения.
7. Гигиеническое нормирование шума на производстве и в окружающей среде (ГОСТ 12.1.003-83 с дополнением 89г. и СН2.2.4/2.1.8.562-96). Профилактические мероприятия. Экспертиза трудоспособности. Профессиональный отбор лиц, поступающих в цеха с интенсивным производственным шумом.

 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

Под шумом как гигиеническим фактором принято подразу­мевать совокупность звуков, неблагоприятно воздействующих на организм человека, мешающих его работе и отдыху.

По физической сущности шум представляет собой волно­образно распространяющееся механическое колебательное дви­жение частиц упругой (газовой, жидкой или твердой) среды, носящее, как правило, беспорядочный случайный характер. Ис­точником его является любое колеблющееся тело, выведенное из устойчивого состояния внешней силой.

Как и для всякого волнообразного колебательного движения, основными параметрами, характеризующими звук, являются амплитуда колебания, скорость распространения и длина волны.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Непосредственно примыкающие к источнику колебания час­тицы среды вовлекаются в колебательный процесс и смещаются, приходя в состояние ритмического сгущения и разрежения. Этот процесс в силу упругости среды распространяется последовательно на смежные частицы в виде волны. Амплитуда колебания звучащего тела пропорциональна амплитуде смещения частиц проводящей среды, т. е. звукового давления. Последнее пред­ставляет собой переменное давление, возникающее дополнитель­но к атмосферному, в той среде, через которую проходят звуко­вые волны. Оно выражается в ньютонах на квадратный метр (Н/м2) или динах на квадратный сантиметр (дин/см2). В фазе сжатия звуковое давление положительно, в фазе разрежения — отрицательно. От величины звукового давления зависит сила звука (шума).

Одна из основных характеристик колебательного движе­ния — его изменения во времени. Время, в течение которого колеблющееся тело совершает одно полное колебание, называет­ся периодом колебания (Т) и измеряется в секундах. Период колебания связан обратным соотношением с его частотой: Т = $\frac{1}{ƒ}$

***Частота колебания*** — число полных колебаний, совершенных в течение одной секунды. Единица измерения частоты — герц (Гц) равна 1 колебанию в секунду.

Для характеристики звука существенное значение имеет из­мерение колебательной скорости частиц, т. е. определение мгно­венного значения скорости колебательного движения среды при распространении в ней звуковой волны (единица измерения — м/с).

**Расстояние, на которое в течение одной секунды может распространяться волновой процесс, называется скоростью зву­ка**.

В воздухе при температуре 20° и нормальном атмосферном давлении она равна 334 м/с, при повышении температуры — увеличивается примерно на 0,71 м/с на каждый градус.

Расстояние между двумя соседними сгущениями или разре­жениями в звуковой волне характеризует длину волны (ƛ), ко­торая измеряется в метрах. Длина волны связана с частотой (ƒ) и скоростью (с) звука соотношением:

 λ = $\frac{c}{ƒ}$

Распространение звуковых волн сопровождается переносом колебательной энергии в пространстве. Ее количество, проходя­щее через площадь 1 м2, расположенную перпендикулярно на­правлению распространения звуковой волны, обусловливает ин­тенсивность или силу звука (Ι). Единица измерения — ватт на квадратный метр (Вт/м2).

Частотный состав шума характеризует его ***спектр***, т. е. со­вокупность входящих в него частот. По спектру устанавливает­ся степень распределения звуковой энергии шума.

По ширине спектра шумы распределяются на

*узкополосные*, состоящие из ограниченного числа смежных частот (разновид­ность — тональный шум, вся энергия которого сосредоточена на одной частоте),

 *широкополосные*, включающие почти все час­тоты звукового диапазона. Если в составе шума преобладают интенсивности звуков с частотой колебания не более 400 Гц, то шум относится к *низкочастотным*, при преобладании интенсив­ности звуков в области колебаний от 400 до 1000 Гц — *среднечастотным*, свыше 1000 Гц *— высокочастотным*.

По величине интервалов между составляющими его звуками различают дискретный (линейчатый) и сплошной шум. В пер­вом случае отдельные составляющие звуки, входящие в спектр шума, разделены значительными интервалами, в другом слу­чае —следуют друг за другом непрерывно с бесконечно малыми интервалами. Смешанный шум характеризуется отдельными пиковыми дискретными составляющими на фоне сплошного спектра.

Шум, который практически имеет сплошной спектр и ампли­туды звукового давления всех его составляющих равны, на­зывается ***«белым».***

По характеру изменения общей интенсивности во времени раз­личают *стабильные* и *прерывистые* шумы. В первом случае энер­гия звука во времени изменяется незначительно, во втором про­исходит периодически быстрое нарастание и спад энергии, че­редуемые с паузами.

Если длительность звучания шума находится в пределах до 1 с (диапазон может быть достаточно широк — от нескольких мс до 1 с), его называют ***импульсным.***

Разновидностью импульсного шума является ударный шум, характеризуемый значительными паузами между импульсами (от 0,5 до нескольких секунд) и продолжительностью звучания от 0,1 и более секунд.

В отличие от стабильного шума для характеристики пре­рывистых шумов, помимо частотного состава и интенсивности, весьма существенное значение приобретают временные харак­теристики (длительность импульса и пауз), а также форма амплитуды импульса — скважность и крутизна формы импульса. *Скважность импульса* определяет отношение периода повторе­ния импульса к длительности самого импульса в секунду.

Распространение звуковых волн сопровождается появлением ряда акустических феноменов, имеющих важное значение для характеристики шумового фактора и его гигиенической оценки.

При одновременном распространении в воздушной среде не­скольких звуковых волн одинаковой частоты они могут прихо­дить в точку пространства одновременно в одной фазе, повышая результирующую амплитуду колебаний, т. е. громкость звука. При совпадении противоположных фаз звуковых волн громкость звука снижается. Явление наложения волн называется ***интерфе­ренцией.***

Звуковая волна, отраженная от препятствия на пути ее рас­пространения, в случае, когда размеры препятствия меньше длины волны, огибает его, а при наличии щелей в преграде — проникает через них. Процесс огибания звуковой волной пре­пятствий конечных размеров называется ***дифракцией.***

Возникшие внутри замкнутых помещений звуковые волны, распространяясь от источника, многократно отражаются от пе­рекрытий, создавая условия для появления гулкости помещения. Этот процесс называется ***реверберацией.***

Если внешняя сила, вызвав колебания системы, прекращает на нее действовать, эта система начинает колебаться со строго определенной собственной частотой колебания, зависящей от упругих и инерционных сил и т. д. В том случае, когда частота колебаний внешней среды совпадает с собственными колеба­ниями системы, амплитуда резко возрастает. Это явление на­зывается ***резонансом***.

В понятии шум (звук) в акустике заложен не только физиче­ский, но и физиологический смысл. Любой звук по своей фи­зической сущности является колебательным движением, однако не каждое колебательное движение воспринимается организмом как звуковое раздражение, будучи ограниченным определенным диапазоном частот и интенсивности энергии.

Звукопроводящая механическая система рецепторного отде­ла слухового анализатора способна реагировать и передавать звуковоспринимающей частью рецептора те механические коле­бательные движения среды, которые совершаются с частотой от 20 до 20000 колебаний в секунду (практически этот диапазон с возрастом в области высоких частот сужается до 12— 15 тыс. Гц) с величиной звуковой энергии от 10-12 до 102 Вт/м2.

Минимальная величина звуковой энергии, способная транс­формироваться в нервный процесс, т. е. воспринимаемая чело­веческим ухом как звук, называется слуховым порогом (***поро­гом слышимости***) и составляет 10~12 Вт/м2. Звуковое давление, соответствующее этой величине, равно 2· 10-5 Н/м2. Высший предел, при котором воспринимаемый звук вызывает уже боле­вое ощущение, соответствует силе звука 102 Вт/м2 (звуковое дав­ление — более 20 Н/м2).

Способность слухового анализатора регистрировать огромный диапазон величин звуковых давлений объясняется тем, что раз­личается не разность, а кратность изменения абсолютных величин (***ступенчатость восприятия***). Установлено, что каждая по­следующая ступень восприятия отличается от предыдущей на 12,4%

Поэтому для характеристики акустического феномена при­нята специальная измерительная *единица интенсивности и энер­гии шума*, учитывающая эту особенность (приближенную ло­гарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием), а именно, шкала логарифмических единиц, как наиболее объективная и соответствующая физиологической сущ­ности восприятия.

По этой шкале каждая последующая ступень звуковой энер­гии больше предыдущей в 10 раз. Например, если интенсивность звука больше другого в 10, в 100, в 1000 раз, то по логарифмиче­ской шкале она соответствует увеличению на 1, 2, 3 единицы (lg 10=1, lg 100 = 2 и т. д.). Логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности звука над уровнем другого, называется в акустике белом.

Преимуществом логарифмической шкалы измерений являет­ся также и удобство пользования ею. Использование в практике измерения шума огромного диапазона звуковой энергии в абсо­лютных величинах громоздко и неудобно.

Логарифмические единицы позволяют оценить интенсивность звука не абсолютной величиной звукового давления, а ее уров­нем, т. е. отношением фактически создаваемого давления к дав­лению, принятому за единицу сравнения.

Такой единицией принято считать *минимальное давление*, которое человек воспринимает как звук на частоте 1000 Гц, а именно 2 -10-5 Н/м2. Весь диапазон человеческого слуха при этих условиях укладывается в 13—14 Б. Для удобства обычно поль­зуются не *белом*, а единицей в 10 раз меньшей, — децибелом, который примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом. Таким образом, бел (или деци­бел)— это условные единицы, которые показывают, насколько данный звук (*I*) в логарифмическом масштабе больше условного порога слышимости *(I0).* Измеряемые таким образом величины называются уровнями (L) интенсивности шума или уровнями звукового давления.

L =lg $\frac{I}{I }$ Б или L = 10 lg $\frac{I}{I}$ дБ. (1)

Сила звука пропорциональна квадрату звукового давления, по­этому формула для определения уровня звукового давления будет составлять:

L = 20 lg $\frac{P}{P}$ *дБ* (2)

где Р0 = 2 • 10-3 Н/м2.

Оценка шума по уровню его звукового давления в децибелах над пороговым уровнем справедлива лишь для принятого стан­дартного тона с частотой 1000 Гц. Для тонов других частот ощущение степени громкости шума и порога слышимости не совпадает при одинаковом приросте звуковой энергии со стан­дартным тоном, смещаясь либо в сторону повышения (пороги низких частот), либо некоторого снижения (пороги высоких частот). Это зависит от различной чувствительности слухового аппарата к различным акустическим частотам. Для физиологи­ческой оценки шума принята *шкала уровней громкости,* по­зволяющая унифицировать характеристику шума по ощущению степени его громкости с учетом различных частот. Единицей уровня громкости является **фон**. Уровень громкости в фонах любого шума определяется субъективным сравнением его гром­кости со звуком частотой 1000 Гц, выраженного в децибелах. Уровень громкости (в фонах) сравниваемого шума в этом случае совпадает с уровнем звукового давления (в дБ) равногромкого с ним на слух стандартного тона. Международной организацией стандартов утверждены в качестве нормативных и рекомендо­ваны для пользования ими кривые равной громкости.

Эти кривые показывают, что расхождение между уровнями звукового давления и громкости характерно в большей степени для низких частот и при небольших интенсивностях шума. С возрастанием силы звука кривые равной громкости постепенно выравниваются, и при уровне свыше 80 дБ количественного рас­хождения между уровнем звукового давления и уровнем громко­сти практически не наблюдается по всему спектру.

Ощущение громкости не совпадает также по величине с раз­дражающим действием звука. На высоких частотах ощущение неприятности звука на 20—30 единиц превышает ощущение громкости. Созданные в связи с этим кривые равной неприят­ности позволяют ориентировочно решать, какой шум при рав­ных уровнях громкости является более опасным и какие частоты в его спектре должны быть прежде всею устранены.

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ШУМОВ

В настоящее время шум становится одним из наиболее рас­пространенных гигиенических факторов внешней среды, приобре­тающих социальное значение в связи с ростом промышленности н механизацией технологических процессов, развитием дизелестроения, реактивной авиации, транспорта.

 Введение новых вы­сокопроизводительных видов оборудования с постоянным уве­личением скоростей движения машин и механизмов, широкое применение пневматического инструмента различного назначения, расширение станочного парка создают предпосылки для возникновения новых источников интенсивного шума и усиления интенсивности его при интенсификации существующих ранее технологических процессов.

Накоплен достаточно обширный материал по физиологической оценке производственных шумов, дающий представление о шумовом факторе в различных отрас­лях промышленности.

В машиностроении одним из основных технологических про­цессов является обработка металлов резанием. Эксплуатация металлообрабатывающих станков сопровождается генерирова­нием шума, уровень звукового давления которого находится в зависимости от скорости и характера обработки, конструкции оборудования и т. п. Так, токарноревольверные станки и авто­маты генерируют шум интенсивностью от 82 до 99 дБ с пре­обладанием звуковой энергии в области 250—4000 Гц. Наи­более высокий уровень шума имеет место в цехах холодной вы­садки (101—105 дБ), гвоздильных (104—110 дБ) и т. д. Испытание на заводских стендах мощных дизельных и электри­ческих двигателей сопровождается шумом, уровень звукового давления которого в районе машин в зависимости от их режима работы и мощности составляет 100—136 дБ. В литейных цехах машиностроительных предприятий источниками шума являются пневматические машины (трамбовки, рубильные молотки), вы­бивные решетки и др. В отдельных отраслях машиностроитель­ной промышленности (судостроении), где широко применяется пневматический инструмент, интенсивность шума достигает, на­пример, при рубке 118—130 дБ, особенно при работе в замкну­тых пространствах.

При работе рубильными молотками возникает шум с уров­нем интенсивности 100—128 дБ с максимумом звуковой энергии в диапазоне 800—4000 Гц. Параметры шума зависят от вида операции (рубка, чеканка и др.), характера металла. Работа пневматическими клепальными молотками в самолетостроении сопровождается высокочастотным шумом с уровнем ПО—125 дБ, а в замкнутом пространстве — до 135 дБ.

Интенсивный производственный шум имеет место при исполь­зовании ручных механизированных инструментов и эксплуатации станочного парка в лесозаготовительной и деревообрабатываю­щей отраслях промышленности. Уровень его интенсивности при работе с электро- и бензопилами достигает, в зависимости от типа инструмента, 106—114 дБ при средневысокочастотном ха­рактере спектра. Шум на рабочих местах в лесопильных цехах колеблется от 93 до 100 дБ и характеризуется широкополосным спектром с преобладанием звуковой энергии в области низких (320—400 Гц) и высоких (1100—3200 Гц) частот. В станочных отделениях столярных цехов деревообрабатывающих и домо­строительных комбинатов уровни интенсивности шума равны 90—97 дБ с максимумом звуковой энергии на низких (320— 350 Гц) и высоких (1600—9000 Гц) частотах. Интенсивность шу­ма на рабочих местах станочников может достигать 90—112 дБ и зависит от вида, марки станков и размещения их в плане цеха.

Широко применяются ручные пневматические машины в гор­норудной промышленности. Шум, создаваемый отбойными мо­лотками при проходческих работах, достигает 92—101 дБ при средне-высокочастотном характере спектра. Значительным шумом сопровождается работа бурильных перфораторов. Его уро­вень составляет 107—119 дБ, особенно в области высоких частот. При работе перфораторов на буровых каретках (БКХ-3, СБУ-2) определяются уровни шума до 114—127 дБ. Увеличению интен­сивности шума способствует применение многоперфораторного бурения в замкнутых пространствах забоя.

Шум, возникающий при работе ручных пневматических ма­шин, образуется в результате расширения сжатого воздуха, вы­брасываемого из выхлопных отверстий, соударения металличе­ских деталей и вставного инструмента с обрабатываемыми ма­териалами.

Эксплуатация во многих отраслях промышленности высоко­оборотных машин и механизмов (мощных электродвигателей, турбин и т. д.) сопровождается интенсивным шумом механиче­ского, аэродинамического и электромагнитного происхождения. Уровни их интенсивности достигают 95—104 дБ при преоблада­нии звуковой энергии в области высоких частот.

Применяемые в народном хозяйстве различного рода дизель­ные установки и агрегаты (самоходные установки в нефтедо­бывающей промышленности на базе тракторов С-80, С-100; тре­левочные тракторы в лесозаготовительной промышленности; дизельные самоходные установки в геологоразведке и многие дру­гие) генерируют интенсивный шум широкого спектра. Его уро­вень составляет 103—108 дБ и зависит от режима работы дви­гателя.

Интенсивные шумы возникают в тех отраслях промышлен­ности, где широко применяется различного рода дробильно-помольное оборудование (щековые, конусные, молотковые дро­билки, шаровые мельницы и т. д.). Уровень звукового давления зависит от мощности оборудования, твердости обрабатываемого материала, характера обработки. Наиболее высокие уровни шу­ма отмечаются у щековых и конусных дробилок — 100—125 дБ, у грохотов — 100—ПО дБ, у шаровых мельниц до 91 дБ.

Интенсивные шумы сложного спектрального состава, нередко носящие прерывистый характер, наблюдаются почти при всех процессах в текстильной промышленности (ткацкие, прядильные и швейные цеха). Наиболее высокий уровень шума имеет место в ткацких цехах — 94—105 дБ (при применении автоматических станков АТС-5, AT-100 — 94—96 дБ).

Типичными источниками импульсного (ударного) шума яв­ляются кузнечные и штамповочные работы. Шум, генерируемый прессовым оборудованием, в штамповочных цехах имеет сред­нюю мощность от 98 до 126 дБ и уровень звукового давления в импульсе от ПО до 129 дБ, при уровне фона 95—109 дБ. Час­тота следования импульсов — от 15 до 60 имп/мин.

 ДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ

Воздействие шума на организм может проявляться как в виде специфического поражения органа слуха, так и нарушений стороны многих органов и систем.

К настоящему времени накоплены достаточно убедительные данные, позволяющие судить о характере и особенностях влияния шумового фактора на слуховую функцию. Течение функциональных изменений может иметь различные стадии. Кратковременное понижение остроты слуха под воздействием шума с быстрым восстановлением функции после прекращения влияния фактора рассматривается как проявление *адаптационной за­щитно-приспособительной реакции слухового органа*. Адапта­цией к шуму принято считать случаи временного понижения слу­ха не более чем на 10—15 дБ с восстановлением его в течение 3 мин после прекращения действия шума. Длительное воздей­ствие интенсивного шума может приводить к перераздражению клеток звукового анализатора и его утомлению, а затем и к стойкому снижению остроты слуха.

Степень профессиональной тугоухости зависит от производственного стажа работы в условиях шума, характера шума, длительности воздействия его в течение дня, от интенсивности и спектрального состава. Установлено, что утомляющее и повреж­дающее действие шума пропорционально его высоте (частоте). Наиболее выраженные и ранние изменения наблюдаются на час­тоте 4000 Гц и близкой к ней области, впоследствии повышение порогов слышимости распространяется на более широкий спектр. Показано, что импульсный шум (при аналогичной сум­марной мощности) действует более неблагоприятно, чем ста­ционарный. Особенности его воздействия существенно зависят от превышения уровня импульса над среднеквадратическим уровнем, определяющим шумовой фон на рабочем месте (не ме­нее 6 дБ).

В развитии профессиональной тугоухости имеет значение сум­марное время воздействия шума в течение рабочего дня и на­личие пауз, а также стаж работы. Начальные стадии профес­сионального поражения наблюдаются у рабочих со стажем до 5 лет, выраженные (поражение слуха на все частоты, наруше­ние восприятия шопотной и разговорной речи) — свыше 10 лет.

Помимо действия шума на орган слуха, установлено его пов­реждающее влияние на многие органы и системы организма и в первую очередь на центральную нервную систему, функцио­нальные изменения в которой наступают раньше, чем диагности­руется нарушение слуховой чувствительности. Это проявляется в виде астенических реакций, синдрома вегетативной дисфунк­ции, астено-вегетативного синдрома с характерными для него симптомами — раздражительностью, ослаблением памяти, апа­тией, подавленным настроением, изменением кожной чувствительиости, гипергидрозом и т. д. Замедляется скорость психи­ческих реакций, наступает расстройство сна и т. д.

При умственной деятельности на фоне шума происходит снижение темпа работы, ее качества и производительности.

У лиц, подвергавшихся действию шума, отмечаются изме­нения секреторной и моторной функций желудочно-кишечного тракта, сдвиги в обменных процессах (нарушения основного, ви­таминного, углеводного, белкового, жирового, солевого обме­нов) .

Для рабочих шумовых профессий характерно нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы (брадикардия, гипертоническое, реже гипотоническое, состояние по­вышение тонуса периферических сосудов, изменения на ЭКГ и пр.).

Наличие симптомокомплекса, который заключается в сочета­нии профессиональной тугоухости (неврит слухового нерва) с функциональными расстройствами центральной нервной, веге­тативной, сердечно-сосудистой и других систем у лиц, работаю­щих в условиях шума, дает веские основания рассматривать эти нарушения в состоянии здоровья как профессиональное заболе­вание организма в целом — *шумовую болезнь*. Однако офи­циально профессиональным заболеванием, обусловленным дей­ствием производственного шума, пока признается только пора­жение органа слуха (неврит слухового нерва).

Профессиональный неврит слухового нерва может встречать­ся чаще у рабочих различных отраслей машиностроения (в том числе судо- и самолетостроения), текстильной промышленности, горной и цветной металлургии и др. Случаи заболевания встре­чаются у лиц, работающих на ткацких станках (ткачихи), с ру­бильными и клепальными молотками (обрубщики и клепаль­щики), обслуживающих прессово-штамповочное оборудова­ние (кузнецы), у испытателей-мотористов и др.

ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

В настоящее время утверждены гигиенические нормы допустимых уровней звукового давления и уровней звука на рабочих местах. Нормы в основном соответствуют рекомендациям Технического комитета по акустике Международной организации по стандар­тизации и устанавливают предельно допустимые уровни звуко­вого давления в октавных полосах спектра шума. Шум считается допустимым, если измеряемые его уровни во всех полосах спектра не превышают значений, указанных нормативной кривой. Нормируемыми параметрами являются общий уро­вень звука, измеряемый по шкале шумомера «А» (в дБ «А»), а также уровни (в ***дБ)*** среднеквадратических звуковых давлений, измеряемых на линейной характеристике шумомера (или шкале «С») в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Нормами учиты­вается различная повреждающая или раздражающая степень шума в зависимости от его частоты.

Нормы предусматривают в известной степени дифференциро­ванный подход в соответствии с характером производственной деятельности в условиях шума, т. е. нормируемые уровни шума имеют различные предельные спектры для разных профессио­нальных групп и помещений, где осуществляется работа (ум­ственный труд, нервно-эмоциональное напряжение и т. д.). В нормах учитывается суммарная длительность воздействия шума в течение рабочего дня и определяются поправочные коэффициенты к уровню звукового давления в зависимости от времени нахождения рабочих в условиях шума, а также ха­рактера шума (широкополосной, тональный или импульсный).

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Генерация шума в производственных условиях, как правило, обусловлена многообразными причинами, что создает известную трудность в борьбе с этим фактором и обычно требует одновременного применения комплекса мероприятий. Каждая из принятых мер в совокупности может дать желаемый эффект.

Проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера. Основными из них являются: 1) устранение причины шума или существенное его ослабление в самом источнике образования в процессе проектирования технологических процессов и конструирования оборудования; 2) изоляция источника шума (вибраций) от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции и звуко- и вибропоглощения; 3) уменьшение плотности звуковой энергии помещений, отраженной от стен и перекрытий; 4) рациональная планировка помещений и цехов; 5) применение средств индивидуальной защиты от шума; 6) ра­ционализация режима труда в условиях шума; 7) профилакти­ческие мероприятия медицинского характера.

Единственный путь борьбы с шумом, причиной которого является вибрация, возникающая от ударов, сил трения, ме­ханических усилий и т. д., — улучшение конструкций оборудо­вания. Наиболее рациональная мера — изменение технологии с целью устранения удара. Рекомендуется заменять клепку с по­мощью клепальных молотков на гидравлическую или сварную, штамповку — прессовкой, ручную правку металлических лис­тав — вальцовкой и т. п.

Снижение шума и вибрации достигается заменой возвратно-поступательных движений равномерно вращательными.

Эффективна (особенно для высоких тонов) роль демпфи­рования, при котором вибрирующая поверхность покрывается материалом с большим внутренним трением (резина, пробка, битум, войлок и т. д.). Основными требованиями, предъяв­ляемыми к демпфирующим материалам, должны быть: высо­кая эффективность, малый вес, способность прочно удерживать­ся на металле и предохранять его от коррозии.

Большую роль играет улучшение текущего технического со­держания оборудования, генерирующего шум. Введение ГОСТа П870—66 «Машины. Шумовые характеристики и методы их определения» предусматривает дли этой цели определение шу­мовых характеристик оборудования при проведении типовых испытаний с внесением их в техническую документацию — пас­порт машины.

При нереальности достаточно эффективного снижения шума технологическими средствами следует осуществлять локализа­цию его у места возникновения путем применения звукопогло­щающих и звукоизолирующих конструкций и материалов. Воз­душные шумы ослабляются устройством на машинах специаль­ных кожухов или размещением шумящего оборудования в помещениях с массивными стенами без щелей и отверстий. Для исключения резонансных явлений следует кожухи обли­цовывать материалами с большим внутренним трением. Звуко­изолирующие свойства преград и ограждений зависят от веса применяемого материала (кг/м2), а также от его вида.

Для локализации структурных шумов, распространяемых в твердых средах, применяются средства звуко- и виброизоляции перекрытий. Ослабление шума достигается применением под по­лом упругих прокладок без жесткой их связи с несущими кон­струкциями зданий, установкой вибрирующего оборудования на амортизаторы или специальные изолированные фундаменты. Вибрации, распространяющиеся по коммуникациям (трубопро­воды, каналы), ослабляются стыковкой их через звукопогло­щающие материалы (прокладки из резины и т. д.). Распространение получили специальные противошумные мастики (№ 570 и 580) на битумной основе, наносимые на поверхность металла

Наряду со звукоизоляцией в производственных условиях широко применяются средства звукопоглощения. Для помещении малого объема (400—500 м3) рекомендуется общая облицовка стен и перекрытий, снижающая уровень шума на 7—8 дБ. Звуко­поглощающими материалами покрываются изолирующие конст­рукции. Способность звукопоглощения характеризуется коэффициентом звукопоглощения (отношение звуковой энергии, по­глощенной материалом, к энергии, падающей на него). Наиболее высокими коэффициентами в широком спектре частот обладают звукопоглощающие штукатурки и плиты, минеральная вата, древесно-волокнистые плиты, камышитовые маты, войлок и др. Эффект звукопоглощения увеличивается при многослойном размещении материалов с воздушными зазорами между слоями и перфорацией покрытий. В помещениях большого объема эф­фективны звукопоглощающие барьеры и объемные поглотители, подвешиваемые над шумными агрегатами. В последнем случае звукопоглощение примерно в 2 раза лучше, чем при покрытии материалами потолков и стен.

Одним из способов поглощения аэродинамических шумов (выхлоп и всасывание воздуха пневматических инструментов, компрессоров, вентиляторов и др.) является применение актив­ных и реактивных глушителей. Выбор типа глушителя опреде­ляется уровнем и спектральным составом шума и другими пара­метрами. Для глушения высокочастотных шумов наиболее це­лесообразны активные глушители, основанные на принципе поглощения звуковой энергии, для низкочастотных — реактив­ные, основанные на принципе акустического фильтра.

Ослаблению производственного шума способствуют планировочные мероприятия, учитывающие целесообразное взаимное расположение помещений и объектов с учетом их шумности. Шумные цехи предприятий должны быть сконцентрированы и глубине заводской территории, удалены от тихих помещений, ограждены зоной древесных и кустарниковых насаждений, час­тично поглощающих шум.

Агрегаты с наиболее интенсивными шумами (более 130 дБ) следует располагать вне территории предприятий и жилой зоны с подветренной стороны и отделять от границ населенных мест шумозащитной зоной. Агрегаты, создающие шум более 90 дБ, должны размещаться в изолированных помещениях, с меньшим уровнем — концентрируются в одном участке цеха Шум, проникающий в соседние помещения, не должен превышать в них общий уровень более чем на 3 дБ. Звукоизолирующие, звукопоглощающие, планировочные мероприятия по борьбе с шумом должны обосновываться специальными расчетами.

Если шумные агрегаты не могут 'быть звукоизолированы, для защиты персонала от прямого шумоизлучения должны применяться акустические экраны, облицованные звукопоглощающими материалами, а также звукоизолированные кабины управления и наблюдения. Помимо мер технологического и технического характера, широко применяются средства индивидуальной защиты — ан­тифоны, выполненные в виде наушников или вкладышей. В СССР разработан и утвержден ГОСТ 15762—70 «Средства ин­дивидуальной защиты от шума. Гигиенические требования», определяющий условия стандартизации, испытания и применения индивидуальных средств защиты органа слуха. В настоящее время применяется более 30 типов заглушек-вкладышей, наушников и шлемов, рассчитанных на изоляцию наружного слухового прохода от шумов различного спектрального состава. Наиболее приемлемыми с точки зрения эксплуатации и доста­точно эффективными по защите органа слуха и центральной нервной системы считаются вкладыши из смеси волокон орга­нической бактерицидной ваты и ультратонких полимерных во­локон (материал ФП), позволяющие снизить ощущение гром­кости шума на 15—31 дБ («Беруши»).

Отрицательное действие шумов может быть уменьшено пу­тем сокращения времени контакта с ними, построения рациональ­ного режима труда и отдыха, предусматривающего кратковре­менные перерывы в течение рабочего дня для восстановления функции слуха в тихих помещениях, совмещение профессий'{в условиях шума и вне его действия) и др.

Для профилактики профессиональных заболеваний работаю­щие в условиях интенсивного производственного шума в соот­ветствии с приказом министра здравоохранения СССР № 400 от 30 мая 1969 г. подвергаются обязательным предварительным при поступлении на работу и периодическим медицинским осмотрам. В соответствии с приложением № 1 приказа (п. 50) в производствах, где имеет место превышение уровней шума в любой октавной полосе до 10 дБ, осмотры производятся 1 раз в 3 года, при превышении от 11 до 20 дБ — 1 раз в 2 года, при превышении уровней шума свыше 20 дБ — 1 раз в 12 месяцев.