

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра гигиены и медицинской экологии

Е.С. Зятиков В.И. Тернов

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

Учебно-методическое пособие

Минск БелМАПО

2020

УДК 613.644 (075.9)

ББК 51.24я73

3 99

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия
НМС Государственного учреждения образования
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»
протокол № 7 от 13.11.2020

Авторы:

Зятиков Е.С., доцент кафедры гигиены и медицинской экологии БелМАПО,
кандидат медицинских наук

Тернов В.И., профессор кафедры гигиены и медицинской экологии
БелМАПО, доктор медицинских наук

Рецензенты:

Зеленко А.В., заведующий клинической лабораторией профилактической
медицины РУП «Научно-практический центр гигиены», кандидат
медицинских наук

Кафедра гигиены труда УО «Белорусский государственный медицинский
университет

Зятиков, Е.С.

3 99

Производственный шум : учеб-метод, пособие / Е.С. Зятиков,
В.И. Тернов. – Минск : БелМАПО, 2020. – 36 с.
ISBN 978-985-584-529-5

Учебно-методическое пособие посвящено производственному шуму, особенностям биологического действия на работающих, мерах по ограничению влияния на организм человека, гигиеническому нормированию производственного шума.

Предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ переподготовки по специальности «Гигиена», повышения квалификации врачей-гигиенистов центров гигиены и эпидемиологии.

УДК 613.644 (075.9)
ББК 51.24я73

ISBN 978-985-584-529-5

© Зятиков Е.С., Тернов В.И., 2020

© Оформление БелМАПО, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ	6
ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА	6
ШУМ И ЕГО ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ	19
ИЗМЕРЕНИЕ ШУМА	27
ШУМОМЕРЫ	28
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА НА ОРГАНИЗМ	30
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	35

.....

ВВЕДЕНИЕ

С развитием научно-технического прогресса, автоматизации производственных процессов проблема изучения влияния акустических колебаний на человека приобретает все большее значение. В настоящее время для процессов индустриализации, которыми охвачен весь мир, характерно возрастание производственных мощностей, появление новых отраслей промышленности, интенсификация существующих ранее технологических процессов, что сопровождается увеличением уровня шума и вибрации, большим удельным весом прерывистых и импульсных воздействий, расширением частотного диапазона колебаний в сторону ультра- и инфразвуков. Наряду с этим, даже весьма низкие уровни акустических воздействий в условиях нарастающей психо-эмоциональной напряженности и интеллектуализации трудовых процессов создают дополнительные требования к организму человека в процессе его трудовой деятельности. Все более широкое использование техники в повседневной жизни, развитие связи, все нарастающий выпуск бытовых механизмов приводит к почти параллельной шумовой нагрузке и связанному с этим количеству поражений от шума.

Шум, как любой нежелательный звук для человека, является в первую очередь побочным продуктом труда. К сожалению, энергия, затрачиваемая на создание шума, так ничтожна, что ею всегда пренебрегают, и затраты на ограничение шума так велики, что проектные организации, даже зная пути и меры ограничения шума, не могут осуществить их в проекте из-за огромного удорожания при его воплощении. Таким образом, в общегосударственном масштабе борьба с шумом – это, в первую очередь, проблема техническая, целью которой является борьба с шумом в источнике его образования при создании любой машины, агрегата, поточной линии и пр. В настоящее время все реже приходится сталкиваться со случаями, когда инженер-конструктор не знает проблемы шума и его ограничения, Каждый должен об этом знать и принять посильное участие в борьбе с шумом. Для эффективности этой

борьбы нужно прежде всего знать основные положения – существующие нормы для мест пребывания людей (производства, общественные места, коммунально-бытовые условия и др.), последствия продолжительного контакта с излишним шумом и основные меры профилактики. Надо создать такую обстановку на производствах, когда в борьбу за ограничение шума включаются все – от рабочего до инженера. Никто не знает лучше участка своего производства, чем рабочий или мастер. И если они будут знать о том, к каким последствиям может привести шум, они внесут свой вклад в дело ограничения окружающих их шумов, путем выявления основных его источников в обслуживаемом оборудовании, частично или полном его устранении. И хотя шум часто относится к числу слуховых раздражителей, к которым человек “привыкает” и перестает замечать, именно этот, незамечаемый раздражитель приносит огромный ущерб не только здоровью отдельных людей, но и экономике в целом.

АКУСТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Акустические или звуковые колебания (волны) являются естественным раздражителем живых организмов и, прежде всего, наделенных органом слуха. Звук, возбуждая слуховые рецепторы, находящиеся в улитке внутреннего уха, служит для человека источником информации, способствует межличностному общению, предостерегает об опасности, позволяет правильно ориентироваться в окружающей среде и участвовать в трудовом процессе, воздействует на эмоциональную сферу (музыка, пение) и т.д. Наряду с этим, он может оказывать нежелательное физиологическое и психологическое воздействие на человека, раздражать, беспокоить, служить помехой различным видам деятельности: общению, работе, отдыху, развлечениям, сну. Длительное и интенсивное воздействие звука приводит к развитию объективных функциональных и морфологических изменений в органах и системах организма. Такое проявление акустического воздействия на человека в современных условиях рассматривается одним из наиболее распространенных и неблагоприятных факторов окружающей среды.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

Шум – это сочетание звуков различных по частоте и силе, способных оказывать воздействие на организм, принято характеризовать с физической и гигиенической точек зрения.

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

В гигиенической практике шумом принято называть любой нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм, мешающих работе и отдыху.

На промышленных предприятиях таких источников может присутствовать великое множество в зависимости от сложности процесса производства и используемого в нем оборудования. Шум создают все без исключения механизмы и агрегаты, имеющие подвижные части, инструменты в процессе их использования (в том числе и примитивный ручной инструмент).

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

Контактирующие с источником колебания частицы среды вовлекаются в колебательный процесс и смещаются, приходя в состояние ритмичного сгущения и разрежения. Этот процесс в силу упругости среды распространяется последовательно на смежные частицы в виде волны. Волны сгущения вызывают повышение давления в упругой среде, а волны разрежения – понижение. Отсюда возникает понятие звукового давления – это переменное давление, возникающее при прохождении звуковых волн дополнительно к атмосферному давлению. Звуковое давление измеряется в Паскалях ($1\text{Па} = 1\text{ Н/м}^2$). От величины звукового давления зависит сила звука(шума). Ухо человека ощущает звуковое давление от $2\cdot 10^{-5}$ до $2\cdot 10^2$ Н/м^2 .

Одна из основных характеристик колебательного движения – его изменение 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:

$$T = \frac{1}{f}$$

Частота колебания – число полных колебаний, совершенных в течение одной секунды. Единица измерения частоты – герц (Гц) равна одному 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 20⁰С 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 (λ), которая измеряется в метрах. Длина волны связана с частотой (f) и скоростью (c) звука соотношением

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Распространение звуковых волн сопровождается переносом колебательной энергии в пространстве. Звуковая энергия, которая приходится на 1 м² площади поверхности, расположенной перпендикулярно к распространяющимся звуковым волнам, называется силой звука и выражается Вт/м².

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

Звуковым волнам присущи определенные закономерности распространения во времени и в пространстве. При распространении звуков

любых частот имеют место обычные для всех типов волн явления отражения, преломления, поглощения, дифракции, интерференции, реверберации, резонанса.

Звук распространяется от звучащего тела в однородной среде равномерно во все стороны, если на его пути нет препятствий. Если размеры препятствия больше, чем длина волны, звук от него отражается по тому же закону, что и свет: угол падения равен углу отражения. Именно так образуется эхо. Многократное отражение от препятствий, в частности, от ограждений и предметов внутри помещений, носит название реверберации. Время, затраченное на угасание звука преимущественно в результате поглощения, называется временем реверберации. Оно определяется как время, необходимое для снижения уровня шума в помещении на 60 дБ или в миллион раз (10^{-6}) от первоначальной интенсивности звука. В производственных помещениях время реверберации должно быть максимально коротким.

Своеобразно переходит звук из одной среды в другую. Звук не переходит из одной среды в другую, если их плотности резко отличны. Например, из воздуха в воду. Хорошие звукоизоляционные материалы – вода, ворсистые ковры, стены из пенобетона – как раз и отличаются тем, что в них очень много поверхностей раздела между воздухом и твердым материалом. Сталкиваясь с каждой из таких поверхностей, звук многократно отражается. Такая же ситуация свойственна туману, где звук рассеивают поверхности раздела между воздухом и дисперсной фазой. Один и тот же звук слышен лучше и дальше в однородной среде, чем в разной по структуре.

Звук поглощает и сама среда, в которой он распространяется. Чем толще преграда и выше плотность ее структуры, тем интенсивнее идет поглощение акустических волн.

По-разному поглощаются звуковые волны различной частоты (длины волны). Сильнее поглощаются высокие звуки (коротковолновые), меньше низкие (длинноволновые).

Через тонкие преграды звук проходит (слышен), так как он заставляет их колебаться. Обратная сторона преграды воспроизводит искаженный, другой частоты и силы (преломленный) звук.

Если на пути распространения звуковая волна встречает препятствие меньше ее длины, она может огибать его. Это явление называется дифракцией. В случае низкочастотного источника звука большая часть его энергии вследствие дифракции распространяется за пределы преграды. Высокочастотное излучение дает за преградой четкую акустическую тень.

При приходе в конкретную точку среды двух звуковых волн их амплитуды складываются. В точках, куда обе волны приходят в одной фазе, они усиливают друг друга; в точках, куда они попадают в противофазе, - ослабляют. Это явление называют интерференцией.

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

Закономерности распространения звуковых волн в окружающей среде и в помещениях должны учитываться гигиенистами, акустиками и строителями для обеспечения оптимального восприятия звуков или защиты от их негативного воздействия.

Понятие 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.

Область слышимых человеком звуков ограничена двумя порогами. Минимальная величина звукового давления, способная вызвать ощущение слышимого звука, называется порогом слышимости и для принятого в

акустике стандартного тона частотой 1000 Гц составляет $2 \cdot 10^{-5}$ Па или Н/м^2 , что соответствует силе звука 10^{-12} Вт/м².

Верхняя граница порога восприятия соответствует таким значениям звукового давления, которое вызывает в организме слуха боль, называется порогом болевого ощущения. Она равна на той же частоте звуковому давлению $2 \cdot 10^2$ Па (Н/м^2) или силе звука 10^2 Вт/м².

Приведенный диапазон восприятия органом слуха силы звука и его давления исключительно велик. Оперировать им на практике затруднительно. Однако, было установлено, что человеческое ухо различает не разность, а кратность изменения абсолютных величин силы звука и его давления. Кроме того, слуховой анализатор воспринимает нарастание или снижение силы звука и его давления не в прямой, а в логарифмической зависимости. Это позволило вместо шкалы абсолютных величин звукового давления построить относительную (логарифмическую) шкалу, соответствующую физиологической особенности восприятия, и выражать звуковое давление не абсолютной величиной, а ее уровнем, т.е. десятичным логарифмом отношения наличного звукового давления к исходному, принятому за единицу сравнения.

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.

В качестве условного исходного уровня (единицы сравнения) принята сила звука и его давления частотой 1000 Гц на пороге слышимости (I_0). Его величина в белах равна 0 (0Б = 10^{-12} Вт/м², или $2 \cdot 10^5$ Па). При силе в 10^{-11} Вт/м² (т.е. в 10 раз выше порога) субъективно звук воспринимается как в 2 раза более громкий, при этом сила (интенсивность) составляет 1Б ($\lg 10^{-11}/10^{-12} = \lg 10 = 1$).

При дальнейшем увеличении силы звука в 10 раз, т.е. до величины равной 10^{-10} Вт/м², звук воспринимается как в 2 раза более громкий по отношению к предыдущему уровню и составляет уже 2Б ($\lg 10^{-10}/10^{-12} = \lg 100 = 2$). Иначе сила звука в 100 раз больше пороговой величины составляет 2 Б, а в 1000 раз – 3 Б и т.д. Таким образом, вся шкала от порога слышимости до порога болевого ощущения составляет 14 Б ($\lg 10^2/10^{-12} = \lg 10^{14} = 14$, или $2 \cdot \lg 10^2/10^{-5} = 2 \lg 10^7 = 14$). Для удобства обычно пользуются не белом, а единицей в 10 раз меньшей – децибелом, который примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом. Следовательно, вся шкала интенсивности звука соответственно равна 140 дБ.

Уровень (L) силы (интенсивности) шума или уровнями звукового давления.

$$\mathbf{L = \lg \frac{I}{I_0} \text{ Б} \quad \text{или} \quad \mathbf{L = 10 \lg \frac{I}{I_0} \text{ дБ}}$$

где I – сила звука, Вт/м², которую необходимо перевести в дБ; I₀ – порог слуха – интенсивность, равная 10^{-12} Вт/м².

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

$$\mathbf{L = 20 \lg \frac{P}{P_0} \text{ дБ}}$$

где P – звуковое давление (Па или Н/м²), которое необходимо перевести в дБ; P₀ – порог слуха – звуковое давление, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

Пример: при шепоте сила звука составляет $7 \cdot 10^{-7}$ Вт/м²,

а при крике - $7 \cdot 10^{-5}$ Вт/м².

Уровни звука в дБ будут равны:

- при шепоте – $10 \lg 7 \cdot 10^{-7}/10^{-12} = 10 \cdot 5,903 = 59$ дБ,

- при крике – $10 \lg 7 \cdot 10^{-5}/10^{-12} = 10 \cdot 7,9 = 79$ дБ

Абсолютная величина порога слышимости звуковых колебаний зависит от частоты звуковых колебаний. Наиболее чувствительно ухо к звукам с

частотой колебаний от 1000 до 4000 Гц. Чувствительность его постоянно снижается с изменениями частоты от указанного интервала как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. Особенно ухо менее чувствительно к звукам низкой частоты. Однако с ростом силы звука частотная восприимчивость органа слуха выравнивается, и оно реагирует приблизительно одинаково на звуки разных частот слышимого диапазона (Рис. 1).

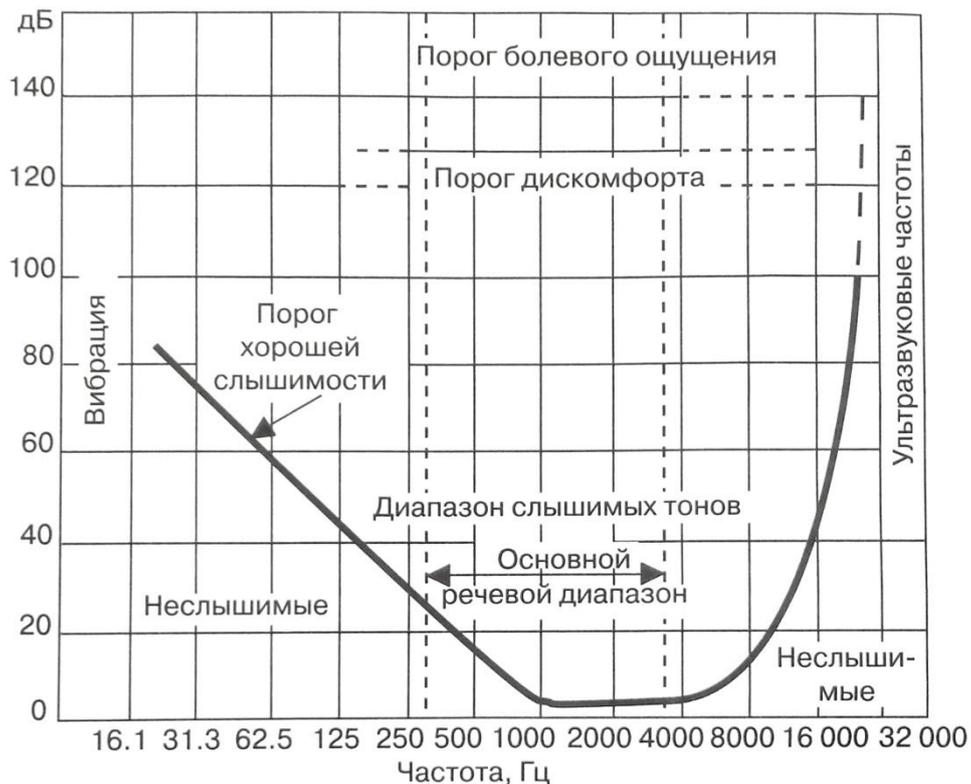


Рис. 1. Диапазон слышимых звуков

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.

Громкость – понятие физиологическое, характеризующее силу (величину) субъективного ощущения, испытываемого человеком в результате воздействия на его орган слуха того и иного звука. Из того, что чувствительность человеческого уха к звукам различной частоты неодинаковая, следует, что восприятие громкости, вызываемое звуками равной интенсивности, но разными по частоте, будет также неодинаково.

Следовательно, выраженный в децибелах уровень силы звука не позволяет судить о физиологическом ощущении его громкости, поэтому, по аналогии с ним, введено понятие уровня громкости, единица измерения уровня громкости является фон.

Уровень громкости в фонах любого шума определяется субъективным сравнением его громкости со звуком частотой 1000 Гц, выраженного в децибелах. Таким образом, уровень громкости любого звука в фонах будет равен уровню интенсивности равногромкого с ним звука с частотой 1000 Гц. Международной организацией стандартов утверждены в качестве нормативных и регламентированных для использования или кривые равной громкости (рис.2).

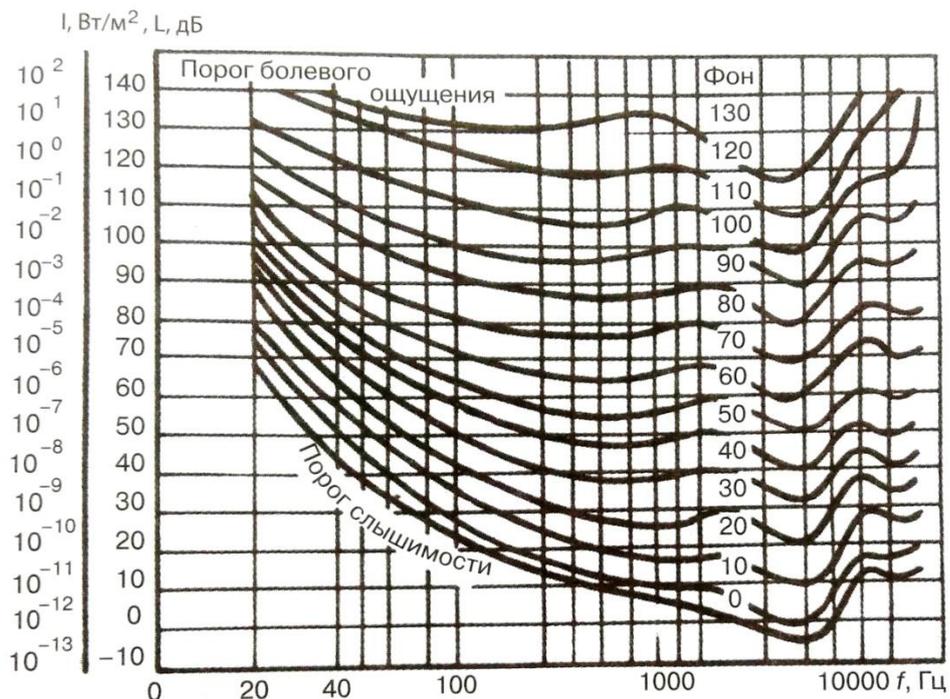


Рис.2. Кривые равной громкости

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 звукового давления выше 80дБ 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 всего устранены.

Негативное воздействие акустической энергии в слышимом диапазоне частот (шума) на человека проявляется большим разнообразием от субъективного раздражения до объективных функциональных и морфологических изменений в отдельных органах и организме в целом. Все проявления этого воздействия подразделяются на две группы: специфические, касающиеся органа слуха, и неспецифические, возникающие в других органах и системах.

Неблагоприятное воздействие шума на слуховую систему обусловлено:

Во-первых, нарушением восприятия полезных слуховых ощущений. Это выражается в затруднении получения и передаче необходимой информации. Снижение разборчивости речи и других сигналов, значимое при многих видах профессиональной деятельности, обусловлено эффектами их маскировки шумом и тесно связано с его интенсивностью и спектральным составом. Шум интенсивностью свыше 70 дБА нарушает разборчивость речи на 20-50%. Шум затрудняет самоконтроль человека за характеристиками воспроизводимых им звуков. Акустические помехи ухудшают определение положения источника звука в пространстве и расстояние до него, сравнение звуков, особенно используя звуковую память и пр.

Во-вторых, следствием обязательного действия звуковых колебаний может быть нарушение слуховых функций уха, к которым относят анализ частоты звука (высота тона) и его интенсивности. Это выражается в виде временной или постоянной потери слуха. При воздействии шума, превышающего 140дБА, даже в течение коротких промежутков времени

наступает повреждение (разрыв) барабанной перепонки, при 130 дБА возникает острая боль. У большинства людей опасность повреждения слуха при длительном воздействии шума возникает при его интенсивности 90 дБА. А у некоторых – даже при 85 дБА.

Наиболее характерным проявлением действия звуковой энергии на орган слуха является временное смещение порога (ВСП) слуховой чувствительности. Кратковременное снижение остроты слуха не более, чем на 10-15 дБ под воздействием шума с полным восстановлением в течение 2-3 минут после его прекращения расценивается как адаптация слухового анализатора – нормальная физиологическая реакция организма на шум.

При продолжительном и интенсивном воздействии шума ВПС слуховой чувствительности может быть более 15 дБ и не восстанавливается в дальнейшем за 2-3 минуты. В этом случае наступает состояние утомления слухового анализатора, являющееся также обратимой физиологической реакцией. Длительное действие интенсивного шума, приводящее к кумуляции эффекта утомления, когда восстановление исходной слуховой чувствительности к началу следующего шумового воздействия не проходит, в конце концов приводит к необратимым изменениям – постоянному смещению порога (ПСП) слуховой чувствительности, т.е. к глухоте.

Систематическое воздействие сильного шума особенно, когда очередное воздействие происходит на фоне следовых явлений после предыдущего воздействия, т.е. когда слух полностью не восстанавливается, со временем приводит к необратимым изменениям состояния слухового анализатора.

Несмотря на сложность зависимостей между ВСП и ПСП слуховой чувствительности наиболее общепризнанными являются следующие положения:

1. Если шум не вызывает ВСП слуха, то он и не приведет к ПСП
2. ПСП слуха у лиц через 10 лет работы в условиях шума равно ВСП в конце 8-часового ежедневного воздействия ($ВСП_{8ч} = ПСП_{10лет}$).
3. С увеличением ПСП слуха ВПС уменьшается.

Установлено, что высокочастотный шум не только более субъективно неприятен, чем средне- и низкочастотный, но и быстрее вызывает утомление слухового анализатора и, соответственно, потерю слуха.

Шумовая тугоухость начинается с падения слуховой чувствительности на высоких частотах. Наиболее выраженные и ранние изменения наблюдаются на частоте 4000 Гц и близкой к ней области, впоследствии повышение порогов слышимости распространяется и на более широкий спектр. На начальной стадии тугоухости восприятие шепота и разговорной речи обычно не нарушается, поскольку восприятие речевых частот (500-2000 Гц) еще не поражено.

ВСП и ПСП слуха оценивают с помощью аудиметра – специального электроакустического прибора, предназначенного для исследования слуховой функции. Оценка результатов аудиометрических исследований представляется в виде аудиограмм – графиков (рис.3)., показывающих состояние слуховой чувствительности на разных частотах. Типичная акустическая кривая на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной потерей слуха на частоте около 4000 Гц. Снижение слуха на 10дБ практически не ощутимо, на 20 дБ – едва заметно. Только потеря слуха более, чем на 20 дБ начинает серьезно мешать человеку, особенно, когда к этому добавляются возрастные изменения слуха.

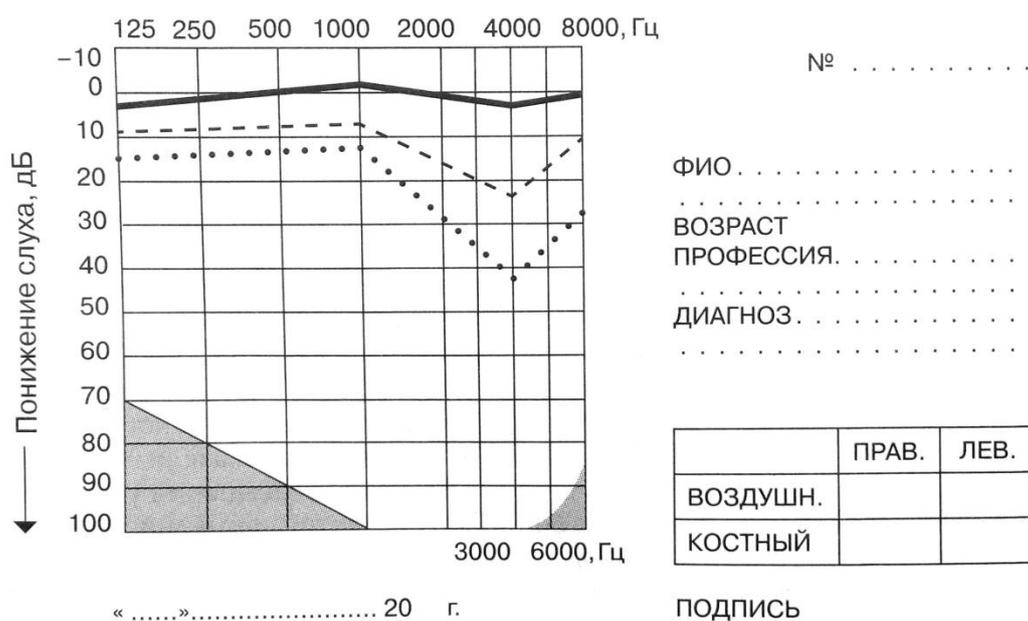


Рис. 3. Вид аудиограммы

Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область звуковых частот 500-2000 Гц (речевой диапазон).

Дальнейшее развитие тугоухости характеризуется расширением нарушений звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот. Выраженность и скорость нарушений слуха зависит от характера и уровня шума, частотного состава, продолжительности ежедневного воздействия и индивидуальной чувствительности человека.

Воздействие слышимых звуковых колебаний вызывает не только изменение функций слухового анализатора, но и ряд неблагоприятных изменений других органов и систем. Все возникающие под влиянием шума изменения в организме не являются специфическими (кроме сдвигов со стороны слухового анализатора), так как могут возникать под влиянием множества других факторов. Появляющийся при этом симптомокомплекс не может быть объяснен нарушением какой-либо одной системы организма.

Шум воспринимается прежде всего субъективно. Первым показателем неблагоприятного действия шума являются жалобы людей на раздражение, беспокойство, нарушение сна. В возникновении жалоб уровень шума и фактор времени играют решающее значение, однако степень раздражающего воздействия зависит и от того, насколько он превышает шум привычного окружающего фона.

В практике отмечаются значительные различия в индивидуальных реакциях на один и тот же шум. Однако принято считать, что воздействие шума с уровнем звука или уровнем звукового давления более 80дБА (дБ) у большинства людей будет вызывать психологическое раздражение, которое повышается при увеличении его интенсивности.

ШУМ И ЕГО ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ

В настоящее время практически во всех сферах производственной деятельности шум выступает одним из ведущих вредных факторов, воздействующих на человека в процессе труда. Интенсификация производства, плотность заполнения производственных площадей приводят к дальнейшему повышению уровней производственного шума.

Профилактика неблагоприятного действия шума на организм человека имеет существенное социально-экономическое значение. Основой правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является его гигиеническое нормирование. Цель гигиенического нормирования - профилактика функциональных расстройств и заболеваний, развития чрезмерного утомления и снижения трудоспособности работников при кратковременном и продолжительном действии на них шума. В основу определения предельно допустимого уровня шума положен принцип сохранности слуха, не учитывающий неспецифическое действие этого фактора. В соответствии с рекомендациями Международной организации по стандартизации, показателем ухудшения слуха является постоянное смещение порога слуховой чувствительности, равное 25 дБ и более, на частотах 500, 1000 и 2000 Гц.

Нормативы шума дифференцируют в зависимости от интенсивности, характера спектра частот, а также его временных колебаний. Кроме того, нормативы учитывают вид трудовой деятельности, рабочее место, категорию тяжести и напряженности трудового процесса, продолжительность воздействия и время суток.

При регламентации акустических колебаний наряду с оптимальными уровнями (гарантирующими сохранение здоровья и работоспособности при неограниченном времени воздействия) определяются допустимые, предельно допустимые уровни.

Допустимым считается такой уровень шума, который не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений

функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму (не приводит к снижению работоспособности и изменению показателей здоровья).

Предельно допустимый уровень акустических колебаний трактуется как уровень производственного фактора, воздействие которого при работе установленной продолжительности в течение всего трудового стажа не приводит к травме, заболеванию или отклонению в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Такая формулировка подразумевает, что соблюдение ПДУ не исключает ухудшение профессиональной деятельности у сверхчувствительных специалистов, но только за счет снижения сенсорной работоспособности.

При гигиенической оценке шумов, согласно санитарным нормам, классифицируются:

1. По характеру спектра:

- широкополосный шум с непрерывным спектром шириной более одной октавы;

- тональный шум, в спектре которого имеются выраженные дискретные тона.

Тональный характер шума для практических целей устанавливается измерением в 1/3-октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

2. По временным характеристикам:

- постоянный шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или за время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во времени не более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно»;

- непостоянный шум, уровень которого за 8-часовой рабочий день, рабочую смену или во время измерения в помещениях жилых и общественных зданий, на территории жилой застройки изменяется во

времени более чем на 5 дБА при измерениях на временной характеристике шумомера «медленно».

Непостоянный шум в свою очередь подразделяется на:

– *колеблющийся* во времени шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени более чем на 5 дБА;

– *прерывистый шум*, уровень звука которого ступенчато превышает фоновый на 5 дБА и более, причем длительность интервалов, в течение которых превышение остается постоянным, составляет 1 с и более;

– *импульсный шум*, состоит из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука в дБ₁ и дБ_A, измеренные соответственно на временных характеристиках шумомера «импульс» и «медленно», отличаются не менее чем на 7 дБ и более.

Нормируемыми параметрами постоянного шума на рабочих местах и в транспортных средствах являются:

– уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;

– уровни звука в дБА.

Оценка постоянного шума на рабочих местах на соответствие ПДУ должна проводиться как по уровням звукового давления, так и по уровню звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие Санитарным правилам.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума на рабочих местах являются:

– эквивалентный уровень звука в дБА;

– максимальный уровень звука в дБА.

Оценка непостоянного шума на рабочих местах на соответствие ПДУ должна проводиться как по эквивалентному по энергии, так и по максимальному уровням звука. Превышение хотя бы одного из указанных показателей должно квалифицироваться как несоответствие Санитарным

правилам.

Для тонального и импульсного шума ПДУ должны приниматься на 5 дБ (дБА) меньше значений

Для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБА, а для импульсного шума – 125 дБА.

Для импульсного шума с уровнем 110 дБА и более следует дополнительно проводить измерения шума в режиме «пик» измерительного прибора. Максимальный уровень звука импульсного шума в режиме «пик», измеренный на стандартизованной частотной характеристике «С» измерительного прибора, не должен превышать 140 дБС.

При оценке импульсных шумов, возникающих при выстрелах из огнестрельного оружия, устанавливаются допустимые уровни в зависимости от максимального уровня звукового давления и длительности импульсного воздействия. Известно, что биологический эффект импульсного шума, кроме того, зависит от формы импульса (время нарастания его переднего и спада заднего фронта) и периодичности повторения импульсов.

Пребывание людей в зонах с уровнем звука или уровнем звукового давления в любой октавной полосе свыше 135 дБА (дБ) запрещается.

В последнее время получила распространение дозная оценка шума. Доза шума представляет собой предел звуковой энергии, которой может подвергаться человек в конкретных условиях в течение определенного времени. Доза шума рассчитывается как произведение силы (интенсивности) звука или звукового давления на время его воздействия, соотнесенное к ПДУ для определенных условий. Так, доза шума, полученная работником в течение 8 ч при воздействии на него шума с эквивалентным уровнем, равным ПДУ для рабочей зоны, будет равна 1 или 100 %; доза этого же шума, воздействующего в течение 4 ч, будет равна 0,5, или 50 %; в течение 2 ч - 0,25, или 25 %.

Дозный подход к оценке шума весьма перспективен, поскольку индивидуальная дозиметрия шума упрощает и облегчает контроль его уровня, оценку кумуляции шумового воздействия во время работы, распределение акустической нагрузки в течение рабочего дня. Современные индивидуальные дозиметры шума позволяют определять одновременно усредненный (эквивалентный уровень) и кумулятивный (доза шума) показатели акустической нагрузки.

Для упрощения необходимых расчетов времени воздействия конкретного уровня шума введен критерий эквивалентности q , определяющий увеличение уровня шума на число дБА при сокращении времени его воздействия вдвое и сохранении того же биологического эффекта.

Следует отметить, что при увеличении или уменьшении уровня шума характер связи между дозой шума, звуковым давлением (силой звука) и временем носит различный характер. Так, для воздействия шума высоких уровней (80-120 дБА; доза шума, вызывающая развитие определенных специфических и неспецифических проявлений в организме человека, связана со звуковым давлением и временем воздействия как:

$$D = p^2 t,$$

где p — звуковое давление (Па или Н/м²) или сила (интенсивность) звука (Вт/м²); t — время, ч; D — доза шума.

Критерий эквивалентности для этого диапазона равен 3. Это означает, что с увеличением эквивалентного уровня шума на 3 дБА требуется уменьшение экспозиции вдвое. Таким образом, для сохранения дозы шума, равной 100 %, увеличение эквивалентного уровня шума до 83 дБ А требует сокращения времени воздействия до 4 ч, 86 дБА — до 2 ч и т. д.

Для диапазона низких уровней шума (0-40 дБА) биологически эффективная (по громкостному восприятию сигнала) доза определяется зависимостью:

$$D = p^{0.6} t,$$

в этом случае критерий эквивалентности равен 10 дБ/удвоение времени. Выраженность мешающего, раздражающего действия шума средних уровней (40-80 дБА) определяется при $q = 6$ зависимостью:

$$D = pt.$$

Риск развития акустической травмы при воздействии акустических колебаний, в том числе импульсных, очень высоких уровней (120—160 дБА) определяется биологически эффективной дозой, где $q = 1,5$ дБ/удвоение времени):

$$D = p^4 t.$$

Этот подход, получивший название принципа равной акустической энергии, использован при разработке соответствующих таблиц доз шума (таблица 1), с помощью которых по двум параметрам из трех (эквивалентный уровень звука, время воздействия и доза шума) можно получить третий.

Таблица 1. – Дозы шума применительно к ПДУ 80 дБА

Доза шума, %	Уровни звука, дБА, при длительности его воздействия				
	8 ч	4 ч	2 ч	1 ч	0,5 ч
12.5	62	68	74	80	83
25	68	74	80	83	86
50	74	80	83	86	89
100	80	83	86	89	92
200	83	86	89	92	95
400	86	89	92	95	98

Иными словами, чтобы не допустить превышения дозы шума, равной 1,0, или 100 %, можно регламентировать либо допустимое время воздействия

шума при данной интенсивности, либо наоборот — допустимый уровень шума при заданной продолжительности работы.

Парциальные дозы шума целесообразно оценивать для трех видов жизнедеятельности человека относительно следующих ПДУ: работа — 80 дБА, отдых — 60 дБА, сон — 40 дБА при расчетной длительности 8 ч для каждого периода.

Использование дозы как интегрального показателя гигиенической оценки шума нашло применение в разработке индивидуальных дозиметров для измерения шума, которые позволяют определять кумулированную за определенный промежуток времени энергию шума. Дозная оценка шума имеет преимущество в сравнении с оценкой по эквивалентному уровню. Индивидуальная дозиметрия упрощает и облегчает контроль за уровнем шума в производственных условиях. Доза шума позволяет оценить кумуляцию шумового воздействия во время работы и в другие периоды рационально распределить шумовые нагрузки на работающего в течение смены, особенно при вахтовой и сезонной работе. Вводя на производстве оптимальные режимы труда и отдыха.

Несмотря на преимущества оценки шума по дозе, она также, как и эквивалентный уровень, не лишена недостатков. Доза как интегральная оценка не учитывает временных характеристик, непостоянных шумов, которые могут определять особенности неблагоприятного действия.

В соответствии со стандартом ИСО 1999.2 «Акустика. Определение профессионального воздействия шума и оценка нарушений слуха», вызванного шумом, можно оценивать риск нарушений слуха в зависимости от экспозиции и прогнозировать вероятность возникновения профзаболеваний. На основе математической модели стандарта ИСО определены риски развития профессиональной тугоухости в процентах (таблица 2).

Таблица 2. – Стаж работы до развития потерь слуха, превышающих критериальное значение в зависимости от уровня шума на рабочем месте (для 8-часового воздействия)

Фрактиль*	Стаж работы (лет) для уровня шума (дБА) и класса условий труда						
	80	85	90	95	100	105	110
	2	3.1	3.2		3.3		3.4
<i>Критерий 20 дБ</i>							
0,1	40	39	35	25	8	3	1
0,25	>45	>45	>45	39	19	5	5
0,5	>45	>45	>45	>45	39	18	10
<i>Критерий 25 дБ</i>							
0,1	>45	>45	44	35	15	5	2
0,25	>45	>45	>45	>45	30	11	6
0,5	>45	>45	>45	>45	>45	26	13
<i>Критерий 30 дБ</i>							
0,1	>45	>45	>45	44	24	8	3
0,25	>45	>45	>45	>45	39	16	8
0,5	>45	>45	>45	>45	>45	35	16

*Величину фрактиля можно рассматривать как вероятность превышения критериальной величины потерь слуха для каждого работающего или как долю популяции работающих в шуме данного уровня, у которых развивается потеря слуха, превышающая критериальные значения. Например, фрактиль 0,1 соответствует вероятности 10 %.

В таблице 4 приведены рассчитанные значения рабочего стажа, в течение которого могут развиваться потери слуха II и III степени (снижение слуха I степени с большой вероятностью может развиваться без шумового воздействия в связи с возрастными изменениями, и поэтому использовать их для оценки безопасного стажа нецелесообразно) в зависимости от уровня шума на рабочих местах. Данные приведены для мужчин. У женщин из-за более медленного, по сравнению с мужчинами, нарастания возрастных изменений слуха данные слегка отличаются. Так, для стажа более 20 лет у женщин безопасный стаж на 1 год больше, чем у мужчин, а для стажа более 40 лет – на 2 года.

Согласно табличным данным, воздействующий на человека уровень звука 80 дБ А (класс условий труда 2) дает 10 %-ную вероятность снижения слуха умеренной степени (20 дБ) при стаже работы 40 лет.

Сравнение частоты потерь слуха и нервно-сосудистых нарушений в зависимости от уровня звука показывает, что темп роста потерь слуха почти в 3 раза выше темпа роста нервно-сосудистых нарушений. С увеличением уровня шума на 1 дБА потери слуха будут возрастать на 1,5 %, а нервно-сосудистые нарушения на 0,5 %. При уровнях звука 85 дБА и выше на каждый децибел шума нервно-сосудистые нарушения наступают на полгода раньше, чем при более низких уровнях.

ИЗМЕРЕНИЕ ШУМА

Измерения шума для контроля соответствия фактических уровней шума на рабочих местах допустимым уровням по действующим нормам должны производиться при работе не менее 2/3 установленных в данном помещении единиц технологического оборудования в наиболее часто реализуемом (характерном) режиме его работы.

Во время проведения измерений должно быть включено оборудование вентиляции, кондиционирования воздуха и другие обычно используемые в помещении устройства, являющиеся источником шума.

Определение шума проводится на постоянных рабочих местах, при отсутствии фиксированного рабочего места - в рабочей зоне, в точках наиболее частого пребывания работающих. Измерение шума должно выполняться в каждой точке не менее трёх раз.

Микрофон располагается на высоте 1,5 м от пола или на уровне головы, если работа выполняется сидя или в других положениях; он должен быть направлен в сторону источника шума и удален не менее чем на 0,5 м от оператора, проводящего измерения. Перед проведением исследования осуществляют электрическую калибровку прибора.

Продолжительность измерения должна составлять для прерывистого шума полный технологический цикл; для колеблющегося во времени - 30

мин, разбитых на 3 цикла по 10 мин; для импульсного - 30 мин при общем числе отсчетов 360.

Для оценки шума на постоянных рабочих местах измерения следует проводить в точках, соответствующих установленным постоянным местам.

Для оценки шума на непостоянных рабочих местах измерения следует проводить в рабочей зоне в точке наиболее частого пребывания работающего.

Результаты измерений необходимо представить в форме протокола.

Методы измерения шума в производственных помещениях и на территории предприятий на рабочих местах и их результаты должны выполняться в соответствии с ГОСТ 12.1.050-86 ССБТ «Методы измерения шума на рабочих местах».

ШУМОМЕРЫ

Шумоизмерительные приборы – шумомеры – состоят, как правило, из датчика (микрофона), усилителя, частотных фильтров (анализатора частоты), регистрирующего прибора (самописца или магнитофона) и индикатора, показывающего уровень измеряемой величины в дБ.

Учитывая, что человеческое ухо неодинаково реагирует на звуки разных частот (менее чувствительно к низким и более – к высоким), современные шумомеры оборудуются фильтрами А, В, С и D, которые в различной степени снижают интенсивность низкочастотных сигналов. В соответствии с фильтрами приборы имеют специальные шкалы А, В, С, D.

При гигиенической оценке шума широкое распространение получила шкала А, как физиологически скорректированная, показания которой наиболее адекватно отражают восприятие органом слуха громкости звуков разных частот. Интенсивность постоянного шума, измеренная по шкале «А» соответствует кривой равной громкости на уровне 40 фон (тишина). Фильтр «А» снижает (корректирует) интенсивность низкочастотных звуков. Шкала «В» соответствует кривой, равной громкости на уровне 70 фон. Шкала «С» соответствует кривой, равной громкости 100 фон, она является объективной

физической характеристикой интенсивности шума. Частотная характеристика «D» применяется при описании, как правило, авиационного шума. Часто возникает необходимость в проведении измерений без использования частотных фильтров (шкала «линейно», Лин) – при измерении уровня звукового давления (дБ).

Для получения временной дифференциации шума при его измерении пользуются такими временными характеристиками шумомеров: «Медленно» (F), «Быстро» (S), «Импульс» (I), «Пик». Это обеспечивает усреднение измерения шума за время 1 с; 0,2 с; 20 мс и 20 мкс. Характеристику «Медленно» используют для усреднения всех видов шума, «Импульс» – для характеристики импульсного шума, «Пик» – импульсного шума в виде одиночных ударов, выстрелов и т. п.

По точности шумомеры делятся на четыре класса 0, 1, 2 и 3. Шумомеры класса 0 используются как образцовые средства измерения; приборы класса 1 – для лабораторных и натуральных измерений; 2 – для технических измерений; 3 – для ориентировочных измерений. Каждому классу приборов соответствует диапазон измерений по частотам: шумомеры классов 0 и 1 рассчитаны на диапазон частот от 20 Гц до 18 кГц, класса 2 – от 20 Гц до 8 кГц, класса 3 – от 31,5 Гц до 8кГц.

Для измерения производственных шумов преимущественно используется прибор ВШВ-003-М2, относящийся к шумомерам 1 класса точности и позволяющий измерять скорректированный уровень звука по шкалам А, В, С; уровень звукового давления в диапазоне частот от 20 Гц до 18 кГц и октавных полосах в диапазоне среднегеометрических частот от 16 до 8 кГц в свободном и диффузном звуковых полях, а также ряд других шумоизмеряющих приборов, представленных в таблице 3. Прибор предназначен для измерения шума в производственных помещениях и жилых кварталах в целях охраны здоровья; при разработке и контроле качества изделий; при исследованиях и испытаниях машин и механизмов.

Таблица 3. – Основные характеристики некоторых приборов для измерения физических параметров

Наименование прибора, устройства	Измеряемый фактор
Шумомер интегрирующий с цифровым анализатором спектра ШИ-01	Шум, инфразвук
Шумомер интегрирующий – Виброметр ШИ-01 В	Шум, локальная и общая вибрация
Комплект «Октава 110 А», «Октава 121»	Шум, инфразвук, ультразвук, локальная и общая вибрация
Комплект «Октава 101 ВМ» (портативный)	Общая и локальная вибрация
Аппаратура фирмы «Брюль и Кьер» (Дания)	Шум, инфразвук, ультразвук, локальная и общая вибрация

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ШУМА НА ОРГАНИЗМ

Для снижения уровня производственного шума могут быть применены следующие методы: уменьшение шума в источнике; изменение направленности излучения шума; рациональная планировка предприятий и цехов; акустическая обработка помещений; уменьшение шума на пути его распространения; проведение организационно-технических мероприятий; использование средств индивидуальной защиты.

Уменьшение шума в его источнике — наиболее рациональное средство борьбы с шумом. Оно достигается конструктивными мерами (глушители, амортизаторы, рессоры, упругие прокладки в местах стыков, замена подшипников качения подшипниками скольжения, изготовление деталей механизмов не из металла, а из менее «звучных» материалов, например из пластмассы, уменьшение зазоров, люфтов в сочленениях деталей); технологическими мерами (изменение технологии производства, способа обработки и транспортирования материала, например, замена клепки пневмоинструментами на гидравлические или сварные процессы, штамповки —

на прессовку, ручной правки металла — на вальцовку); эксплуатационными мерами (правильная эксплуатация и регулировка оборудования и машин, своевременная замена изношенных деталей, использование смазочных материалов).

Ослабление шума в источнике его возникновения является наиболее радикальным средством борьбы с шумом. Однако опыт показывает, что эффективность мероприятий по снижению шума уже эксплуатируемых машин, механизмов и оборудования невелика и поэтому снижение шума в источнике следует добиваться, прежде всего, в процессе конструирования.

Изменением направленности излучения шума достигают его снижения на 10-15 дБ, что следует учитывать при проектировании установок с направленным излучением. Например, труба для сброса сжатого воздуха компрессорной установки должна располагаться таким образом, чтобы максимум излучаемого шума был направлен в противоположную от рабочего места сторону.

Ослаблению производственного шума способствует рациональная планировка предприятий и цехов. Разрывы между шумными цехами и другими зданиями полезно озеленять, так как листва деревьев — хороший поглотитель шума. Шумящие агрегаты по возможности концентрируют на одном участке цеха и звукоизолируют. При невозможности обеспечения звукоизоляции для защиты персонала от прямого шумоизлучения применяют акустические экраны, облицованные звукопоглощающими материалами, а также звукоизолированные кабины наблюдения и дистанционного управления.

Интенсивность шума в помещениях зависит не только от прямого, но и от отраженного звука. Уменьшение энергии отраженных волн за счет увеличения эквивалентной площади звукопоглощения называется акустической обработкой помещения. Это достигается путем размещения на внутренних поверхностях помещения звукопоглощающих облицовок, а также установки в помещении штучных звукопоглотителей,

изготавливаемых из пористых материалов. Звуковая энергия, проникая в толщу материала, трансформируется в тепловую. Этот процесс происходит за счет вязкого трения воздуха в узких порах рыхлого материала.

Уменьшение шума на пути его распространения применяется тогда, когда рассмотренными выше методами невозможно или нецелесообразно достичь требуемого снижения уровня шума. В этом случае его снижение может быть достигнуто путем установки звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, кожухов, кабин, причем эффективность таких преград возрастает с увеличением частоты шума.

Сущность звукоизоляции состоит в том, что падающая на ограждение энергия отражается в гораздо большей степени, чем проникает за ограждение.

Звукоизолирующие преграды, как правило, имеют гладкую поверхность. При одной и той же толщине звукоизолирующей преграды эффект звукоизоляции возрастает с увеличением числа слоев материала, но при условии отсутствия жесткой связи между слоями.

Организационно-технические мероприятия по защите от шума должны включать: оснащение шумных машин средствами дистанционного управления и автоматического контроля; совершенствование технологии ремонта и обслуживания машин; обозначение зон с уровнем звука или эквивалентным уровнем звука выше 80 дБА; использование рациональных режимов труда и отдыха работников на шумных предприятиях – сокращение времени нахождения в зонах с повышенным уровнем шума, устройство кратковременных перерывов в тихих помещениях в течение рабочего дня для восстановления функций слуха, совмещение профессий (в условиях шума и вне его действия) и др.

Средствами индивидуальной защиты от шума являются вкладыши, наушники и шлемофоны.

Вкладыши вставляют в наружный слуховой проход, они бывают мягкие (эластичные и волокнистые) и твердые. Первые изготавливают из

губки, ваты, марли, ультратонкой стекловаты (иногда их пропитывают маслами, воском, смолами, парафином); вторые – из пластмасс, эбонита, резины.

Вкладыши являются самыми дешевыми и компактными средствами защиты от шума, однако недостаточно эффективными (снижение шума на 5-20 дБ) и в ряде случаев неудобными, так как раздражают слуховой проход.

Наушники плотно облегают ушную раковину и удерживаются дугообразной пружиной (могут встраиваться в головной убор). Степень ослабления шума зависит от конструкции наушников и частоты шума, причем наибольший эффект наблюдается на высоких частотах, что необходимо учитывать при их использовании. Шлемы применяют при воздействии шумов с уровнями более 120 дБ, так как в этом случае шум действует непосредственно на головной мозг человека (через кости черепа), а вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты.

Использование современных СИЗ от шума является на сегодняшний день, хотя и вынужденным, но эффективным и сравнительно дешевым способом, поскольку даже простейшие средства предупреждают развитие тугоухости и нарушений других систем организма. Это позволяет в определенной мере повысить безопасность специалистов, обслуживающих объекты, на которых техническими средствами коллективной защиты не удалось добиться обеспечения соответствующих ПДУ.

Установлено, что при шуме до 100 дБА достаточно использовать втулки, вкладыши или тампоны, при шуме 100 – 120 дБА целесообразно применять наушники, при 120 дБА и более – противозумные шлемофоны и костюмы. Рекомендуется, чтобы индивидуальные средства защиты обеспечивали приблизительно следующее снижение шума: вкладыши – 20 дБ, наушники – 30 дБ, вкладыши в сочетании с наушниками – 35 дБ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключении следует еще раз подчеркнуть актуальность рассмотренной темы «производственный шум». Шумовое воздействие – это стандартный элемент окружающей среды человека, который помогает ему ориентироваться в пространстве. Но если этот элемент начинает выходить за стандартные рамки, он становится опасным. Развитие городов, создание новых механизированных средств передвижения, рост и прогрессирующее развитие современной промышленной техники, создание оборудования больших мощностей и большого числа оборотов приводит к возрастанию интенсивности шума, появлению широкого диапазона частот и усложнению его характера. Уже сейчас установлено, что шум является одной из причин преждевременного старения, каждая третья женщина и каждый четвертый мужчина страдают неврозами, вызванными повышенными уровнями шума.

Для правильного решения сложной задачи борьбы с шумом необходимо хорошо знать его физические характеристики, влияние на организм. К ее решению привлекаются различные специалисты – техники-конструкторы, физики-акустики и гигиенисты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева-Галанина, Е.Ц. Шум и шумовая болезнь / Е.Ц. Андреева-Галанина. – М. : Наука, 2000.
2. Суворов, Г.А. Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций / Г.А. Суворов, Л.Н. Шкаринов, Э.И. Денисов. – М. : “Медицина”, 1984.
3. Руководство по гигиене труда / под ред. Н.Ф. Измерова. – М. : “Медицина”, 1987. – Т. 1.
4. Юдина, Т.В. Борьба с шумом на производстве / Т.В. Юдина. – М. : Просвещение, 2004.
5. Юдин, Е.Я. Борьба с шумом на производстве : справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн. – М. : Машиностроение, 1985. – 400 с.
6. Иванов, Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом / Н.И. Иванов. – М. : ЛОГОС, 2008.
7. Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки : санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы ; утв. Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 16.11.2011 № 115.
8. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. Введ. 2004-01-01. – СПб. : СПбГУ, 2004. – 58 с.

Учебное издание

Зятиков Евгений Семенович
Тернов Владимир Иванович

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ

Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Подписано в печать 13.11.2020. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 2,19. Уч.- изд. л. 1,66. Тираж 60 экз. Заказ 183.

Издатель и полиграфическое исполнение –
государственное учреждение образования «Белорусская медицинская
академия последипломного образования».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.