

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ
АКАДЕМИЯ» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**КАФЕДРА И ГИГИЕНЫ МЕДИКО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО
ФАКУЛЬТЕТА С ЭПИДЕМИОЛОГИЕЙ**

ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

*Учебно-методическое пособие по гигиене труда для студентов,
обучающихся по специальности 32.05.01 «Медико-профилактическое дело»*

**ВЛАДИКАВКАЗ
2017**

Учебно-методическое пособие подготовлено:

зав.кафедрой гигиены медико-профилактического факультета с эпидемиологией,
д.м.н. Бутаевым Т.М.,

доцентом кафедры гигиены медико-профилактического факультета с
эпидемиологией, к.м.н. Туаевой И.Ш.,

доцентом кафедры гигиены медико-профилактического факультета с
эпидемиологией, к.м.н. Дзулаевой И.Ю.

Рецензенты:

Заведующая кафедрой гуманитарных, социальных и экономических наук,
профессор Аликова З.Р.

Зав.кафедрой химии и физики, д.м.н., профессор Калагова Р.В.

Утверждена ЦКУМС ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава РФ

«28» марта 2017 г., протокол № 3

Введение

На современном этапе технического прогресса борьба с неблагоприятными последствиями воздействия шума, инфразвука, ультразвука, вибрации приобретает всю большую социальную и гигиеническую значимость. Это вызвано с одной стороны, интенсификацией существующих технологических процессов, с другой – возрастающим внедрением во все отрасли экономики техники и, в первую очередь, ручных машин, парк которых в настоящее время насчитывает миллионы единиц.

В настоящее время трудно назвать производство, на котором не встречаются повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах. К наиболее шумным относятся горнорудная и угольная, машиностроительная, металлургическая, нефтехимическая, лесная и целлюлозно-бумажная, радиотехническая, легкая и пищевая, мясомолочная промышленности и др.

Шум является одним из наиболее распространенных неблагоприятных факторов производственной среды, воздействие которого на работающих сопровождается развитием у них преждевременного утомления, снижением производительности труда, ростом общей и профессиональной заболеваемости, а также травматизма.

Вибрационные процессы являются действующим началом при уплотнении, прессовании, вибрационной интенсификацией, механической обработки материалов, вибрационном бурении, рыхлении, резании горных пород и фунтов, вибротранспортировке и т.п. У работающих этих профессий развивается вибрационная болезнь.

К техногенным источникам ультразвука относятся все виды ультразвукового технологического оборудования, ультразвуковые приборы и аппаратура промышленного, медицинского и бытового назначений, которые генерируют ультразвуковые колебания. Ультразвуковые волны способны вызвать разнонаправленные биологические эффекты (функциональные изменения

центральной и периферической нервной систем, сердечно-сосудистой, эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов, гуморальные нарушения).

Инфразвук применяется в различных сферах деятельности человека, машин и механизмов - в металлургической, угольной, горнодобывающей, транспортной промышленности. Инфразвук оказывает выраженное неблагоприятное действие на организм и вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, эндокринной и др. систем, а так же нарушение кохлеовестибулярного анализатора.

«ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ».

Производственный шум.

В настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства, где шум не был бы в числе ведущих вредных факторов производственной среды. Литейное и металлообрабатывающее производства, лесозаготовительные и строительные работы, добыча полезных ископаемых, текстильная и деревообрабатывающая промышленность — далеко не полный перечень производства, где шум превышает допустимые уровни.

Интенсификация производства, сопровождающаяся повышением рабочих скоростей машин и оборудования, плотности заполнения производственных площадей, приводит к дальнейшему повышению уровней производственного шума, требует дополнительных мероприятий по борьбе с ним.

Классификация промышленного шума.

1. По происхождению:

- механический
- гидромеханический
- аэромеханический
- электромагнитный

2. По частоте:

- низкочастотный (350 Гц и более)
- среднечастотный (350 Гц – 800 Гц)
- высокочастотный (800 Гц и более)

3. По характеру спектра:

- широкоспекторные шумы
- тональные шумы

4. По временным характеристикам:

- постоянные
- непостоянные
 - =колеблющиеся
 - =прерывистые
 - =импульсные

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов. В производственных условиях источниками колебаний являются работающие станки, ручные механизированные инструменты (электрические и пневматические пилы, отбойные, рубильные молотки, перфораторы), электрические машины (генераторы, электродвигатели, турбины), компрессоры, кузнечно-прессовое, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры) и т. д.

Действие высоких уровней шума приводит к развитию преждевременного утомления, снижению работоспособности, повышению заболеваемости, инвалидности и другим неблагоприятным последствиям социально-гигиенического и экономического характера.

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.

По **физической сущности шум** — это механические колебания частиц упругой среды (газа, жидкости, твердого тела), возникающие под воздействием какой-либо возмущающей силы. При этом звуком называют регулярные периодические колебания, а шумом — непериодические, случайные колебательные процессы.

Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред. Акустические колебания, лежащие в зоне 16 Гц — 20 кГц, воспринимаемой человеком с нормальным слухом, называют *звуковыми*, а

пространство, где они распространяются, — звуковым полем. Акустические колебания с частотой менее 16 Гц называются *инфразвуком*, выше 20 кГц — *ультразвуком*.

Основными характеристиками звуковых волн являются их

- частота(f),
- длина волны(λ),
- интенсивность.

Одной из важнейших физических характеристик колебательного процесса является акустический спектр, т. е. совокупность простых гармонических колебаний, на которые он может быть разложен.

Интенсивность генерируемых волн определяется звуковой мощностью источника — W , Вт. Мощность источников в реальной жизни находится в широких пределах от 10^{-12} Вт до многих миллионов ватт. Плотность потока звуковой мощности (энергии), приходящейся на единицу площади, перпендикулярной к направлению волны, называется интенсивностью или силой звука, Вт/м².

Распространяясь в упругой среде в виде чередующихся участков сгущения и разрежения, звуковая волна оказывает на нее давление. Звуковое давление измеряется в паскалях, Па.

В современной акустике и в гигиенической практике для целей измерения силы звука принято использовать относительные логарифмические единицы, величины — децибелы. Десятичный логарифм отношения двух интенсивностей звука I и I_0 называется уравнением интенсивности

Две интенсивности силы звука, отличающиеся в 10 раз, разнятся на 1 Б, если они отличаются в 100, 1000, 10 000... раз, то имеют разницу в 2, 3, 4...Б или 20, 30, 40 дБ.

Единицы сравнения стандартизированы и представляют собой параметры звуковой волны частотой 1000 Гц, вызывающей минимальное слуховое ощущение ($W = 10^{-12}$ Вт/м²; $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Па; $W = 10^{-12}$ Вт = 1 пВт (пиковатт).

Звуковым волнам присущи определенные закономерности распространения

во времени и пространстве. При распространении звуков любых частот имеют место обычные для всех типов волн явления **отражения, преломления, дифракции и интерференции.**

В помещении фронт волны наталкивается на его границы. При этом часть энергии передается через преграду (преломление), часть отражается обратно в помещение. Передаваемая энергия вызывает образование нового звукового поля с другой стороны преграды.

Работа источника звука внутри помещения образует звуковое поле, обусловленное его непосредственным звучанием и звуками, многократно отраженными от поверхностей ограждений. Звук в помещении не исчезает мгновенно с отключением источника, а продолжает отражаться от поверхностей, постепенно поглощаясь. Время, затраченное на угасание звука, 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 низким.

Если на пути распространения звуковая волна встречает препятствие, она может огибать его. Это явление называется *дифракцией*.

При приходе в данную точку среды двух волн их амплитуды складываются. В точках, куда обе волны приходят в фазе, они усиливают друг друга; в точках, куда они попадают в противофазе — ослабляют. Это явление называется *интерференцией*.

Законы распространения звуковых волн в помещении должны учитываться гигиенистами, акустиками и строителями при расчете технических средств защиты от шума.

Биофизика слухового восприятия.

С физиологических позиции звук - это ощущение, возникающее в ухе человека в результате действия изменения давления частиц упругой среды.

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей. Частотный диапазон слышимых человеческим ухом

звуков охватывает область частот от 16—20 Гц до 20 кГц. Границы частотного восприятия существенно зависят от возраста человека и состояния органа слуха. У лиц среднего и пожилого возраста верхняя граница слышимой области понижается до 12—10 кГц.

Область слышимых звуков ограничена двумя кривыми, так называемые пороги: нижняя кривая определяет порог слышимости т. е. силу едва слышимых звуков различной частоты, верхняя — порог болевого ощущения, т. е. такую силу звука, при которой нормальное слуховое ощущение переходит в болезненное раздражение органа слуха.



Абсолютная величина порога зависит от частоты колебаний. Самые низкие значения порогов имеют место в диапазоне частот 1—5 кГц. Для принятого в акустике стандартного тона частотой 1000 Гц порог слуха молодого человека составляет 0 дБ, что соответствует звуковому давлению $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, а интенсивности $I = 10^{-12}$ Вт/м². Порог слухового восприятия на частоте 100 Гц приблизительно в 100 раз выше и составляет 10 дБ. Ухо менее чувствительно к звукам низких частот.

Болевым порогом принято считать звук интенсивностью 140 дБ, что соответствует звуковому давлению 200 Па и интенсивности 102 Вт/м².

Таким образом, уровень звукового давления 140 дБ — это порог переносимости интенсивных звуков. Звуковые ощущения оценивают и по

порогу дискомфорта (появлению ощущения щекотания, касания, слабой боли в ухе). Такое состояние дискомфорта наблюдается при уровне звукового давления более 120 дБ.

Верхний болевой порог также неодинаков у различных людей. Его уровень может изменяться под воздействием тренировки.

Субъективно воспринимаемую величину звука называют его громкостью. Громкость является функцией интенсивности звука, частоты и времени действия физиологических особенностей слухового анализатора. Интенсивность звука субъективно ощущается как громкость, а частота определяет высоту тона.

Восприятие высоты тона пропорционально логарифму его частоты, а возрастание субъективной громкости пропорционально логарифму увеличения интенсивности. Например, увеличение интенсивности звука в 10 раз соответствует увеличению громкости в 2 раза, а одинаковые отношения частоты 50—100 Гц, 1000—2000 Гц и т. д. воспринимаются ухом как одинаковое изменение высот тона на одну октаву.

С ростом силы звука частотная характеристика уха выравнивается, и ухо реагирует приблизительно одинаково на звуки разных частот звукового диапазона.

Шкала субъективной громкости является линейной, это позволяет сравнивать громкости различных источников, а также количественно оценивать эффективность шумоглушения.

Восприятие громкости шумов со сложным спектром значительно отличается от восприятия чистых тонов. Громкость шума зависит от ширины частотного спектра и определяется полосой с наибольшими уровнями шума. При этом в ряде случаев может возникнуть явление маскировки, т. е. изменение порога восприятия одного звука в зависимости от частоты и интенсивности другого. Маскировка максимальна при воздействии низких, близких по значению частот. Явление маскировки используется для защиты от неблагоприятного действия шума, повышения или снижения разборчивости

речи.

Действие шума на организм

Интенсивное шумовое воздействие вызывает в слуховом анализаторе изменения, составляющие специфическую реакцию организма. Процесс адаптации слуховой системы выражается во временном смещении (повышение порогов слуховой чувствительности). При долговременном акустическом воздействии формируется повышение слуховых порогов, сначала медленно возвращающееся к исходному уровню (слуховое утомление), а затем сохраняющееся к началу очередного шумового воздействия (постоянное смещение порога слуха).

Шум, являясь общебиологическим раздражителем, оказывает влияние не только на слуховой анализатор, но в первую очередь действует на структуры головного мозга, вызывая сдвиги в различных функциональных системах организма. Так, под влиянием шума возникают вегетативные реакции, обуславливающие нарушение периферического кровообращения за счет сужения капилляров, а также изменение артериального давления (преимущественно повышение).

Среди многочисленных проявлений неблагоприятного воздействия шума на организм можно выделить снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда и, наконец, появление шумовой патологии.

Шумы могут вызывать неприятные ощущения, однако решающую роль в оценке «неприятности» шума играет субъективное отношение человека к этому раздражителю.

Приобретает особую значимость то, что шум, являясь информационной помехой для высшей нервной деятельности в целом, оказывает неблагоприятное влияние на протекание нервных процессов и способствует развитию утомления, шум увеличивает напряжение физиологических функций в процессе труда и снижает работоспособность организма.

Среди многообразных проявлений шумовой патологии ведущим

клиническим признаком является *медленно прогрессирующее снижение слуха по типу кохлеарного неврита*.

Профессиональное снижение слуха относится к нейросенсорной (перцептивной) тугоухости. Под этим термином подразумевают нарушение звуковоспринимающего аппарата по типу восходящего кохлеарного неврита.

Развитие *хронической профессиональной тугоухости* — процесс длительный и постепенный. Время протекания этого процесса различно и зависит от интенсивности, спектра, динамики изменения воздействия шума во времени, индивидуальной чувствительности к шуму, а также многих других факторов, влияние которых еще не до конца изучено. У некоторых людей серьезное повреждение слуха может наступить в первые месяцы воздействия, у других потеря слуха развивается постепенно, в течение всего периода работы на производстве. Потеря слуха может привести к серьезному физическому недостатку и стойкой потере трудоспособности.

Типичная картина акустической кривой на ранних стадиях развития процесса обычно характеризуется максимальной потерей слуха на частоте около- 4000 Гц. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, 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.

Субъективное ощущение понижения слуха наступает по мере прогрессирования процесса, когда снижение восприятия затрагивает область звуковых частот 500, 1000, 2000 Гц. Оно обычно развивается медленно и постепенно увеличивается со стажем работы в данной профессии. При этом может нарушаться способность слышать важные звуковые сигналы, дверные и телефонные звонки, наступает ослабление разборчивости речи.

Дальнейшее развитие профессиональной тугоухости характеризуется расширением повреждения звуковосприятия по всему диапазону звуковых частот.

Для развития нарушений слуха, вызываемых действием шума, в каждой

профессиональной группе характерны свои сроки, определяемые физическими параметрами шума и их вероятностным распределением.

Значительные различия в сроках возникновения степени потери слуха среди рабочих однородных профессий указывают на роль индивидуальной чувствительности к повреждающему действию шума.

Факторами, обуславливающими различия в индивидуальной чувствительности к шуму, являются анатомические особенности строения внутреннего и среднего уха, функциональное состояние вегетативной нервной системы, острая недостаточность витаминов группы В, ослабление акустического рефлекса.

При обследовании групп рабочих, подвергающихся действию шума, наряду со специфическими проявлениями шумовой патологии (патология органа слуха) наблюдаются **неспецифические изменения** в виде синдрома неврастения и реже в виде синдрома вегетососудистой дисфункции (нейроциркуляторной дистонии преимущественно по гипертоническому типу). При действии интенсивного шума изменения со стороны нервной системы значительно более выражены и предшествуют развитию патологии органа слуха. У рабочих преобладают жалобы на головные боли, несистематические головокружения, снижение памяти, повышенную утомляемость, эмоциональную неустойчивость, нарушение сна, сердцебиения и боли в области сердца, снижение аппетита и др. При отсутствии органических поражений со стороны центральной и периферической нервной системы наблюдаются функциональные изменения со стороны рефлекторной и вегетативной сферы.

У лиц, работающих в условиях интенсивного шума, определяются изменения сердечно-сосудистой системы, главным образом в виде синдрома нейроциркуляторной дистонии, чаще кардиального и гипертензивного типа и значительно реже — гипотензивного.

У рабочих шумовых профессий довольно часто выявляется дисфункция желудка, нарушение его эвакуаторной функции, изменение кислотности желудочного сока.

Шум вызывает снижение иммунологической реактивности, общей резистентности организма у рабочих шумовых профессий, что, по некоторым литературным данным, проявляется в повышении уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности в 1,2—1,3 раза при увеличении уровня производственного шума на 10 дБ.

Формирование патологического процесса при шумовом воздействии происходит постепенно и начинается с неспецифических проявлений вегетососудистой дисфункции. В дальнейшем развиваются невротические проявления, которые укладываются в картину вегетоастенического или астеновегетативного синдромов. У рабочих со стажем более 10 лет изменения приобретают стойкий характер астеноневротического синдрома с вегетососудистыми дисфункциями.

Установленные в последние годы соотношения между показателями слуховой функции, состоянием нервной, сердечно-сосудистой системы и заболеваемостью подтверждают концепцию о влиянии шума на целостный организм и дают возможность оценивать и прогнозировать степень шумового воздействия **на** работающих как по специфическим, так и по опосредованным изменениям.

Гигиеническое нормирование шума

Возрастающее неблагоприятное действие шума на организм человека имеет существенно социально-гигиенические и экономические последствия, поэтому проблема борьбы с шумом приобретает важное общегосударственное значение.

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом влияния на организм.

В настоящее время нормативным документом, регламентирующим предельно допустимые уровни шума, являются Санитарные нормы «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (СН 2.2.4/2.1.8.562-96). При гигиенической оценке шумов, согласно

санитарным нормам, классифицируются по 2 принципам — характеру спектра и по временным характеристикам.

1. По характеру спектра шумы подразделяются на:

- широкополосные, с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- тональные, в спектре которых имеются выраженные дискретные тона. Тональный характер шума для практических целей (при контроле его параметров на рабочих местах) устанавливается измерением в третьоктавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

2. По временным характеристикам шумы подразделяются на:

- постоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени не более чем на 5 дБ (А) при измерениях на временной характеристике «медленно» шумомера;
- непостоянные, уровень звука которых за 8-часовой рабочий день (рабочую смену) изменяется во времени более чем на 5 дБ (А) при измерениях на временной характеристике «медленно» шумомера.

2А. Непостоянные шумы подразделяются в свою очередь на:

- колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени;
- прерывистые, уровень звука которых ступенчато изменяется на 5 дБ (А) и более, причем длительность интервалов, в течение которых уровень остается постоянным, составляет 1 с и более;
- импульсные, состоящие из одного или нескольких звуковых сигналов, каждый длительностью менее 1 с, при этом уровни звука в дБ (AI) и дБ (А), измеренные соответственно на временных характеристиках «импульс» и «медленно» шумомера, отличаются не менее чем на 7 дБ.

В качестве характеристик постоянного шума на рабочих местах, а также для определения эффективности мероприятий по ограничению его

неблагоприятного влияния принимаются уровни звуковых давлений в децибелах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 1000; 2000; 4000 и 8000 Гц.

В качестве одночисловой характеристики шума на рабочих местах применяется оценка уровня звука в дБ (А) (измеренных на временной характеристике «медленно» шумомера), представляющих собой средневзвешенную величину частотных характеристик звукового давления с учетом биологического действия.

Характеристикой непостоянного шума на рабочих местах является интегральный параметр — *эквивалентный уровень звука в дБ (А)*. Допускается в качестве характеристики непостоянного шума использовать дозу шума или относительную дозу шума.

Понятие «эквивалентный уровень шума» выражает значение уровня за определенное время (при гигиеническом нормировании в России — 8 ч), усредненное по правилу равной энергии.

Экспозиция Е (или доза шума — ДШ) определяет количественную характеристику шума за время его действия (кумуляцию шумового воздействия).

Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука для рабочих мест в производственных помещениях и на территории предприятия для широкополосного постоянного и непостоянного (кроме импульсного) шума представлены в Санитарных нормах «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» (СН 2.2.4/2.1.8.562-96).

Для тонального и импульсного шума они должны быть на 5 дБ меньше значений, указанных в таблице.

Для колеблющегося во времени и прерывистого шума максимальный уровень звука не должен превышать 110 дБ (А).

Для импульсного шума максимальный уровень звука не должен превышать 125 дБ (А).

Количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса необходимо проводить в соответствии с Руководством 2.2.013-94.

Профилактические мероприятия

Мероприятия по борьбе с шумом могут быть

1. техническими
2. архитектурно-планировочными
3. организационными
4. медико-профилактическими.

Технические средства борьбы с шумом используются в 3 главных направлениях

1. устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике
2. ослабление шума на путях передачи
3. непосредственная защита работающего или группы рабочих, испытывающих воздействие шума.

Наиболее эффективным средством снижения шума является замена шумных технологических операций на малошумные или бесшумные, например, клепку с помощью клепальных ручных машин сваркой или гидравлическим соединением деталей, штамповки прессованием, ручной правки металлических листов вальцовкой и т. д. Однако этот путь борьбы с шумом не всегда возможен, поэтому большое значение имеет снижение его в источнике. Этого можно добиться усовершенствованием конструкции или схемы установки, производящей шум.

Одним из наиболее простых технических средств борьбы с шумом на путях передачи является звукоизолирующий кожух, который может закрывать отдельный шумный узел машины (например, коробку передач) или весь агрегат в целом.

Увеличение звукоизоляции кожуха достигается за счет нанесения на его поверхность вибродемпфирующей мастики, которая обеспечивает снижение

уровней вибрации кожуха на резонансных частотах и быстрое затухание звуковых волн.

Для ослабления аэродинамического шума, создаваемого компрессорами, вентиляционными установками, системами пневмотранспорта и др., применяются глушители активного и реактивного типа.

Для размещения наиболее шумного оборудования используют звукоизолирующие камеры.

При больших габаритах машин или значительной зоне обслуживания оборудуют специальные кабины наблюдений для оператора.

Значительный эффект снижения шума оборудования дает применение акустических экранов, отгораживающих шумный механизм или источник шума от рабочего места или зоны обслуживания машины. Они могут устанавливаться как вблизи источника, так и у рабочего места. Действие акустического экрана основано на отражении звуковых волн и образовании за экраном области звуковой тени. Эффект экранной защиты проявляется наиболее заметно лишь; в области высоких и средних частот и менее эффективен в области низких частот из-за значительной дифракции длинных волн, которые соизмеримы или больше линейных размеров экрана.

Акустическая отделка шумных помещений может обеспечить снижение шума в зоне отраженного звукового поля на 10—12 дБ и в зоне прямого звука до 4—5 дБ в октавных полосах частот.

Применение звукопоглощающих облицовок для отделки потолка и стен шумных помещений приводит к изменению спектра шума в сторону более низких частот, что даже при относительно небольшом снижении уровня существенно улучшает условия труда.

В многоэтажных промышленных зданиях особенно важна защита помещений от структурного шума. Источником таких шумов, распространяющихся по конструкциям здания, может явиться производственное оборудование, которое имеет жесткую связь с ограждающими конструкциями. Ослабление передачи структурного звука

достигается виброизоляцией и вибропоглощением. Хорошей защитой от ударного шума в зданиях является устройство «плавающих» полов.

Архитектурно-планировочные решения во многих случаях определяют акустический режим производственных помещений, облегчая или затрудняя решение задач по их акустическому благоустройству. Шумовой режим производственных помещений обусловлен размерами и формой, плотностью и видами расстановки машин и оборудования, наличием звукопоглощающего фона и т. д. С акустических позиций, вытянутая форма большого производственного помещения предпочтительнее квадратной, оптимальная высота помещений 6—7 м, в помещениях большого объема число отражений звуковых волн от ограждающих конструкций в единицу времени значительно меньше.

Планировочные мероприятия должны быть направлены на локализацию звука и уменьшение его распространения. Шумовые помещения по возможности следует группировать в одной зоне здания, примыкающей к складским и вспомогательным помещениям и отделять коридорами или подсобными помещениями.

Учет требований акустики на стадии проектирования в 5 раз экономичнее борьбы с шумом на действующих объектах.

Учитывая, что с помощью технических средств в настоящее время не всегда удается решить проблему, большое внимание должно быть уделено применению *индивидуальных средств защиты* от шума (антифоны, заглушки). Эффективность индивидуальных средств защиты может быть обеспечена их правильным подбором в зависимости от уровней и спектра шума, а также контролем за условиями их эксплуатации.

В комплексе мероприятий по защите человека от неблагоприятного действия шума определенное место занимают *медицинские средства профилактики*. Важнейшее значение имеет проведение предварительных и периодических медицинских осмотров.

Принимая во внимание значение индивидуальной чувствительности

организма к шуму, исключительно важным является диспансерное наблюдение за рабочими первого года работы в условиях шума.

Одним из направлений индивидуальной профилактики шумовой патологии является повышение сопротивляемости организма рабочих к неблагоприятному действию шума. С этой целью рабочим шумных профессий рекомендуется ежедневный прием витаминов В1 в количестве 2 мг и витамина С в количестве 50 мг. Курс примерно 2 нед с перерывом 1 нед.

Значительный положительный эффект оказывает широкое использование возможностей санаторно-курортного лечения, отдых в комнатах психологической разгрузки.

Производственный ультразвук.

В последнее десятилетие все более широкое распространение в производстве находят технологические процессы, основанные на использовании энергии ультразвука. Ультразвук нашел также применение в медицине. В связи с ростом единичных мощностей и скоростей различных агрегатов и машин растут уровни шума, в том числе и в ультразвуковой области частот.

Вместе с тем установлено, что ультразвук без соблюдения правил работы с ним может приводить к развитию своеобразной ультразвуковой патологии, поэтому изучению ультразвука как неблагоприятного фактора производственной среды имеет важное гигиеническое значение.

Ультразвуком называют механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости — 20 кГц.

Ультразвук имеет единую природу со звуком и одинаковые физико-гигиенические характеристики, т. е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности. Единицей измерения интенсивности ультразвука является ватт на квадратный сантиметр (Вт/см^2).

В гигиенической практике интенсивность ультразвука (уровень звукового давления) оценивается в относительных единицах — дБ.

Ультразвуковые колебания подчиняются тем же закономерностям, что и звуковые волны, однако более высокая частота придает им некоторые особенности:

- малая длина волны (менее 1,5 см) дает возможность получать направленный сфокусированный пучок большой энергии;
- ультразвуковые волны способны давать отчетливую акустическую тень, так как размеры экранов всегда будут соизмеримы или больше длины волн;
- проходя через границу раздела двух сред, ультразвуковые волны могут отражаться, преломляться или поглощаться;
- ультразвук, особенно высокочастотный, практически не распространяется в воздухе, так как звуковая волна, распространяясь в среде, теряет энергию пропорционально квадрату частоты колебаний.

В твердых и жидких средах ультразвук вызывает ряд механических и химических эффектов. К ним относится в первую очередь явление кавитации, возникающее в смешанной среде — жидкость — газ. В зоне разрыва жидкости вследствие периодического сжатия и растяжения образуются пузырьки, наполненные парами жидкости или газа. Разрыв пузырьков сопровождается выделением большого количества энергии. Эффект усиливается с увеличением мощности ультразвука. Действие ультразвука на твердое или газообразное вещество вызывает вибрацию его частиц с ультразвуковой частотой.

Источниками производственного ультразвука являются генераторы ультразвуковых колебаний, используемые для технологических целей, в медицине и научных исследованиях, а также производственное оборудование, имеющее в спектре шума высокочастотные составляющие.

Генератор ультразвука состоит из источников токов высокой частоты и пьезоэлектрического или магнитострикционного преобразователя. При этом магнитострикционные преобразователи используются для генерации низкочастотного ультразвука, а пьезоэлектрические преобразователи позволяют получить ультразвуки с частотой до 10⁹ Гц.

Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на 2 основные группы: 1) аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук, с частотой колебаний 11—100 кГц; установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц — 1000 мГц.

Области использования ультразвука

Низкочастотный ультразвук находит широкое применение для активного воздействия на вещества и при различных технологических процессах.

Явления кавитации используются для очистки деталей от масел, окалины, полировальных паст и других загрязнений, от заусениц, для защиты судов от обрастания, котлов и теплообменных аппаратов от накипи, для стирки тканей и шерсти.

Ультразвук способствует коагуляции взвешенных в воздухе частиц, в связи с чем и используется в системах очистки воздуха от пыли, копоти, химических веществ. Он активизирует химические процессы. Ультразвук широко применяется для механической обработки сверхтвердых и хрупких материалов — алмаза, стекла, керамики, ювелирных изделий, камин для сушки изделий, пропитки обмоток катушек трансформаторов, роторов, статоров, древесины и т. д.

Ультразвук все шире применяется в сельском хозяйстве для обработки семян и борьбы с насекомыми и гусеницами. В пищевой промышленности используется при приготовлении сухого молока, замораживании его с целью длительного хранения, для эмульгирования жиров, извлечения вытяжки из печени и т. д.

Ультразвук оказывает действие на биологические объекты. Так, ультразвук высокой, интенсивности убивает туберкулезные палочки. Обработка ультразвуком в течение 1 ч культуры вирусов гриппа снижает ее активность в тысячи раз, а стафилококки, вирусы энцефалита, стрептококки уничтожает полностью. Бактерицидное действие ультразвука успешно используется для стерилизации инструментов и материалов, упаковок с пищевыми продуктами,

при приготовлении вакцин и сывороток.

Область применения высокочастотного ультразвука также чрезвычайно многогранна. Методом ультразвуковой дефектоскопии контролируется качество металла, бетона, резины и других материалов и изделий из них; с помощью ультразвука определяются дефекты сварных швов, труб, котлов, строительных конструкций. Высокочастотный звук используется для связи, контроля, анализа.

Ультразвук находит все более широкое применение в медицине для диагностики и лечения многих заболеваний.

С помощью ультразвуковой биолокации производят исследования сердца, обнаружение инородных тел, камней, диагностику опухолей. Ультразвук применяется в офтальмологии для диагностики катаракты, кистозных образований, отслоения сетчатки, кровоизлияний; в травматологии — для определения плотности сросшейся и поврежденной кости; в оториноларингологии - для диагностики повреждений звуковоспринимающего аппарата и других областях медицины.

В качестве лечебного средства ультразвук широко применяется в физиотерапии. Он оказывает болеутоляющее, спазмолитическое, противовоспалительное и бактерицидное действие, улучшает крово- и лимфообращение, стимулирует деятельность нервной и эндокринной систем, усиливает защитные реакции организма, снижает артериальное давление. Фокусированный мощный поток ультразвуковых колебаний разрушает опухолевые ткани, способствует сращению переломов, используется для лечения катаракты, для борьбы с фантомными болями.

Существенной гигиенической особенностью условий труда операторов низкочастотных ультразвуковых установок является сочетанное воздействие на них низкочастотных ультразвуковых колебаний и высокочастотного шума. Общий уровень звукового давления в большинстве случаев колеблется от 90 до 120 дБ с максимумом энергии на частотах 18—24 кГц, в зависимости от рабочей частоты установок. Локальное действие на организм низкочастотный

ультразвук оказывает при соприкосновении с обрабатываемыми деталями или приборами, в которых возбуждены колебания. Это так называемый *контактный ультразвук*.

Интенсивность контактного ультразвука при ряде технологических операций (загрузке и выгрузке деталей из ультразвуковых ванн, при удержании деталей, манипуляции ультразвуковыми инструментами и т. п.) может достигать 6—76 Вт/см².

Операторы, обслуживающие высокочастотную ультразвуковую аппаратуру, подвергаются воздействию исключительно контактного ультразвука частотой в диапазоне 0,5—5 мГц и интенсивности 0,001—0,1 Вт/см². Ультразвуки указанных частот практически не проводятся через воздушную среду.

Особое значение имеет ультразвук как побочный фактор при работе высокочастотного оборудования (турбогенераторов, плазменных горелок, реактивных авиационных двигателей, гидронасосов). При значительных уровнях шума они генерируют ультразвуки частотой до 20—70 кГц с интенсивностью 130—150 дБ и выше.

Действие ультразвука на организм

Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания. Ультразвуковые колебания, генерируемые ультразвуком низкочастотным промышленным оборудованием, оказывают неблагоприятное влияние на организм человека. Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов, гуморальные нарушения. Наиболее характерным является наличие вегетососудистой дистонии и астенического синдрома.

Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука и усиливается при наличии в спектре высокочастотного шума, при этом присоединяется выраженное снижение

слуха. В случае продолжения контакта с ультразвуком указанные расстройства приобретают более стойкий характер.

При действии локального ультразвука, помимо общечеребральных нарушений, возникают явления вегетативного полиневрита рук (реже и ног) разной степени выраженности, вплоть до развития пареза кистей и предплечий, вегетомиофасцикулита рук и вегетативно-сосудистой дисфункции.

Характер изменений, возникающих в организме под воздействием ультразвука, зависит от дозы воздействия.

Малые дозы — уровень звука 80—90 дБ — дают стимулирующий эффект — микромассаж, ускорение обменных процессов.

Влияние на ткани ограничивается раздражением нервных рецепторов. Изменения функционального состояния ЦНС сопровождаются нормализацией сосудистых реакций, снижением артериального давления, расширением сосудов. *Большие дозы* — уровень звука 120 и более дБ — дают поражающий эффект.

Оздоровление условий труда

Основу профилактики неблагоприятного воздействия ультразвука на лиц, обслуживающих ультразвуковые установки, составляет гигиеническое нормирование.

В соответствии с ГОСТом 12.1.01—83 (ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности), «Санитарными нормами и правилами при работе на промышленных ультразвуковых установках» ограничиваются уровни звукового давления в высокочастотной области слышимых звуков и ультразвуков на рабочих местах.

Допустимые уровни ультразвука

Среднегеометрические частоты третьоктавных полос, кГц	Уровень звукового давления, ДБ
12,5	80

16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5-100,0	110

Ультразвук, передающийся контактным путем, нормируется «Санитарными нормами и правилами при работе с оборудованием, создающим ультразвуки, передающиеся контактным путем на руки работающих» № 2282—80. В качестве нормируемого параметра ультразвука, распространяющегося контактным путем, устанавливается пиковое значение виброскорости в полосе частот 0,1— 10 мГц или в дБ относительно $5 \cdot 10^{-8}$ м/с. Максимальная величина ультразвука в зоне контакта рук оператора с рабочими органами приборов в течение 8-часового рабочего дня по виброскорости не должна превышать $1,6 \cdot 10^{-2}$ м/с или 110 дБ.

Допускается ультразвук при контактной передаче по интенсивности в Вт/м². Предельно допустимое значение составляет 0,1 Вт/см². Меры предупреждения неблагоприятного действия ультразвука на организм операторов технологических установок, персонала лечебно-диагностических кабинетов состоят в первую очередь в проведении мероприятий **технического характера**. К ним относятся создание *автоматизированного ультразвукового оборудования с дистанционным управлением; использование по возможности малоомощного оборудования*, что способствует снижению интенсивности шума и ультразвука на рабочих местах на 20—40 дБ; размещение оборудования в *звукоизолированных помещениях или кабинетах с дистанционным управлением; оборудование звукоизолирующих устройств, кожухов, экранов из листовой стали или дюралюминия, покрытых резиной, противощумной мастикой* и другими материалами.

При проектировании ультразвуковых установок целесообразно использовать рабочие частоты, наиболее удаленные от слышимого диапазона не ниже 22 кГц.

Чтобы исключить воздействие ультразвука при контакте с жидкими и твердыми средами, необходимо устанавливать систему *автоматического отключения* ультразвуковых преобразователей при операциях, во время которых возможен контакт (например, загрузка и выгрузка материалов), для защиты рук от контактного действия ультразвука рекомендуется применение специального рабочего инструмента с виброизолирующей рукояткой.

Если по производственным причинам невозможно снизить уровень интенсивности шума и ультразвука до допустимых значений, необходимо использование **средств индивидуальной защиты**— противошумов, резиновых перчаток с хлопчатобумажной прокладкой.

Организационные и медико-профилактические мероприятия. К мерам организационного плана относятся соблюдение режима труда и отдыха, запрещение сверхурочных работ. При контакте с ультразвуком более 50% рабочего времени рекомендуются перерывы продолжительностью 15 мин через каждые 1,5 ч работы.

Значительный эффект дает комплекс *физиотерапевтических процедур* — массаж, УФ-облучение, водные процедуры, витаминизация и др.

Рабочие должны проходить предварительный и периодические *медицинские осмотры*. К работам с ультразвуком не допускаются лица моложе 18 лет, а также лица, имеющие противопоказания к работе в условиях ультразвука.

Все рабочие должны быть ознакомлены с «Гигиеническими требованиями к устройству и эксплуатации ультразвуковых установок», утвержденными ГСЭУ МЗ СССР от 30.12.69 г., и обучены безопасным приемам труда.

Производственный инфразвук.

Развитие современной техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах шумов на рабочих местах и появление инфразвука, который является сравнительно новым, неполностью

изученным фактором производственной среды.

Инфразвук называют акустические колебания с частотой ниже 20 Гц.

Этот частотный диапазон лежит ниже порога слышимости. Человеческое ухо не способно воспринимать колебания указанных частот.

Так называемый производственный инфразвук возникает за счет тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно: турбулентности, резонанса, пульсации и возвратно-поступательного движения. Вследствие этого инфразвук, как правило, сопровождается слышимым шумом, причем максимум колебательной энергии в зависимости от характеристик конкретного источника может приходиться на звуковую или инфразвуковую часть спектра.

В настоящее время максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных и транспортных источников достигают 100—110 дБ.

Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения) или турбулентные потоки газов или жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения).

К объектам, на которых инфразвуковая область акустического спектра преобладает над звуковой, относятся автомобильный и водный транспорт, конвертерные и мартеновские цехи металлургических производств, компрессорные газоперекачивающих станции, портовые краны и др.

Инфразвук как физическое явление подчиняется общим закономерностям, характерным для звуковых волн, однако обладает целым рядом особенностей, связанных с низкой частотой колебаний упругой среды:

- инфразвук имеет во много раз большие амплитуды колебаний, чем акустические волны при равных мощностях источников звука;
- инфразвук распространяется на большие расстояния от источника генерирования ввиду слабого поглощения его атмосферой;
- большая длина волны делает характерным для инфразвука явление

дифракции. Благодаря этому инфразвуки легко проникают в помещения и обходят преграды, задерживающие слышимые звуки;

- инфразвуковые колебания способны вызывать вибрацию крупных объектов вследствие явлений резонанса.

Указанные особенности инфразвуковых волн затрудняют борьбу с ним, так как классические способы, применяемые для снижения шума (звукопоглощение и звукоизоляция), а также удаление от источника в данном случае малоэффективны.

Биологическое действие

Систематические экспериментальные исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне от 110 до 150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения, к числу которых следует отнести астенизацию организма, изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Имеются данные о том, что инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

Особенностью влияния инфразвука на организм в производственных условиях является его сочетание с шумами звукового диапазона частот. Однако более выраженного неблагоприятного действия на организм, чем у широкополосного шума, не обнаружено. Установлен аддитивный характер действия инфразвука и низкочастотного шума.

Таким образом, хотя всестороннее изучение биологического действия низкочастотных акустических колебаний продолжается, можно сделать вывод, что инфразвук, как распространенный гигиенический фактор, в зависимости от частоты и уровня звукового давления оказывает влияние на функциональное состояние слухового и вестибулярного анализаторов, функцию дыхания, нервную и сердечно-сосудистую системы. Особого внимания заслуживает действие инфразвука на эмоциональную сферу, работоспособность и

утомляемость. Большинство исследователей пришли к мнению, что производственные шум и вибрация оказывают более агрессивное действие, чем инфразвуковые колебания сопоставимых параметров. Это поставило изучение инфразвукового фактора в общий ряд шумовых проблем.

Однако тенденция возрастания уровней низкочастотных акустических колебаний в связи с научно-техническим прогрессом наряду со способностью инфразвука распространяться на большие расстояния от источника и трудностями борьбы обуславливает потенциальную возможность неблагоприятного действия на все большие контингенты работающих.

Гигиеническое нормирование и меры защиты

Проведенное в нашей стране изучение биологического действия инфразвука в производственных и экспериментальных условиях позволило впервые в мире разработать нормативный документ по ограничению его предельно допустимого уровня «Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах» № 2274—80.

Нормы устанавливают классификацию, характеристики и предельные уровни инфразвука на рабочих местах, а также условия его контроля.

По *характеру спектра* инфразвук следует подразделять на:

- широкополосный
- гармонический.

Гармонический характер инфразвука устанавливают в октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10 дБ.

По *временным характеристикам* инфразвук следует подразделять на:

- постоянный
- непостоянный.

Нормируемыми характеристиками инфразвука на рабочих местах являются уровни звукового давления в децибелах в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Допустимыми уровнями звукового давления являются 105 дБ в октавных

полосах 2, 4, 8 и 16 Гц и 102 дБ в октавной полосе 31,5 Гц. При этом общий уровень звукового давления не должен превышать 110 дБ Лин.

Для непостоянного инфразвука нормируемой характеристикой является общий уровень звукового давления.

При предупредительном и текущем санитарном надзоре необходимо производить предварительный анализ шумовой обстановки в цехе с целью выявления возможности наличия инфразвука.

О наличии инфразвука в производственных помещениях свидетельствуют:

а) *технологические признаки*: высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, ходов или ударов (например, поршневые компрессоры с рабочей частотой 1200 об/мин и менее, виброплощадки и т. д.); неоднородность ли цикличность технологического процесса при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья (например, мартены и конверторы металлургического производства, горнодобывающая промышленность); флуктуация мощных потоков газов или жидкостей (например, газодинамические или химические установки);

б) *конструктивные признаки*: большие габариты двигателей или рабочих органов (например, карьерные экскаваторы); наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (например, кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска самоходных и транспортно-технологических машин;

в) *строительные признаки*: большие площади перекрытий или ограждений источников шума (например, смежное расположение административных помещений с производственными); наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора).

Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны для инфразвуковых колебаний. Более того, они могут способствовать увеличению уровней и распространению низкочастотных колебаний.

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является **снижение его в источнике**. При выборе конструкций предпочтение должно отдаваться малогабаритным машинам большой

жесткости, так как в конструкциях с плоскими поверхностями большой площади и малой жесткостью создаются условия для генерации инфразвука. Борьбу с инфразвуком в источнике возникновения необходимо вести в направлении *изменения режима работы технологического оборудования* увеличения его быстроходности (например, увеличение числа рабочих ходов кузнечно - прессовых машин, чтобы основная частота следования силовых импульсов лежала за пределами инфразвукового диапазона).

Должны приниматься *меры по снижению интенсивности аэродинамических процессов* - ограничение скоростей движения транспорта, снижение скоростей истечения жидкостей (авиационные и ракетные двигатели, двигатели внутреннего сгорания, системы сброса пара тепловых электростанций, и т. д.).

В борьбе с инфразвуком на путях распространения определенный эффект оказывают глушители интерференционного типа, обычно при наличии дискретных составляющих в спектре инфразвука.

Выполненное в последнее время теоретическое обоснование течения нелинейных процессов в поглотителях резонансного типа открывает реальные пути конструирования звукопоглощающих панелей, кожухов, эффективных в области низких частот.

В качестве **индивидуальных средств защиты** рекомендуется применение наушников, вкладышей, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума. Применение поясов для уменьшения колебаний внутренних органов под влиянием инфразвука не является эффективным, так как увеличение жесткости системы ведет к смещению резонансных частот в более неблагоприятном направлении.

Работающие в условиях воздействия инфразвука должны проходить предварительный и периодические **медицинские осмотры** в сроки и объеме, установленные приказом МЗ СССР № 700 от 19.06.84 г. Рекомендуются **лечебные и профилактические процедуры**, применяемые для рабочих шумных и виброопасных профессий.

Производственная вибрация.

Вибрация занимает одно из первых мест среди факторов рабочей среды по неблагоприятным последствиям для здоровья работающих. На ее долю приходится почти 25% всех профессиональных заболеваний в Российской Федерации. Вибрация является ведущим производственным фактором в угольной промышленности, при лесозаготовке, в литейных, кузнечно-прессовых и сборочных цехах машиностроительных предприятий, а также на транспорте.

Вибрация — это механическое колебательное движение системы с упругими связями.

Простейшей формой вибрации является гармоническое колебание, когда рассматриваемая точка конструкции смещается в заданном направлении от положения равновесия в зависимости от времени по синусоидальному закону. Время, в течение которого материальное тело совершает одно полное колебание, называют периодом колебаний. Число полных колебаний за единицу времени называют частотой колебаний. За единицу частоты принимают одно колебание в секунду — герц (Гц).

Максимальное отклонение тела от положения устойчивого равновесия называется амплитудой – а, (метры или сантиметры).

Вибрация как движение характеризуется скоростью и ускорением.

Вибрации по способу передачи на человека (в зависимости от характера контакта с источником вибрации) условно подразделяются на:

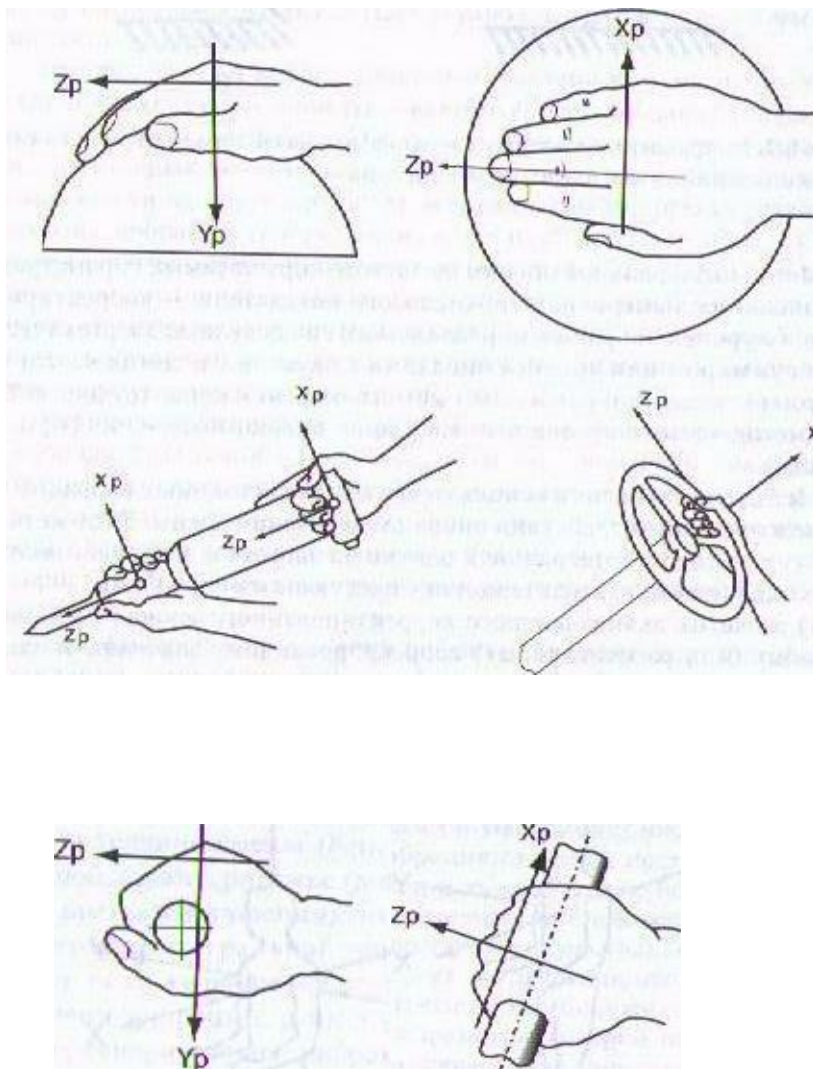
- местную (локальную), передающуюся на руки работающего;
- общую, передающуюся через опорные поверхности на тело человека в положении сидя (ягодицы) или стоя (подошвы ног).

Классификация вибрации:

Локальная		Общая (рабочих мест)	
По способу передачи и источнику вибрации			
Передача	через	руки (основной	Передача через опорные поверхности

способ) 1. Ручные машины и инструменты (молотки клепальные, гайковерты, бензопилы и др.) 2. Органы ручного управления машинами или оборудованием: штурвалы, рулевые колеса, рычаги (автомобили, тракторы и др.) 3. Обрабатываемые детали, удерживаемые в руках (при шлифовке, полировке и др.) 4. Вибрирующие поверхности рабочих столов (швейные машинки и др.) Передача через стопы сидящего человека 1. Органы правления машинами или оборудованием: педали. Передача через поясницу, бедро, грудь и др. части тела 1. Работа с перфораторами, шлифовальными машинками и др.	тела сидячего (ягодицы) и стоящего (стопы) человека 1. Транспортная (тракторы, сельхозмашины, автомобили)- категория 1 2. Транспортно – технологическая (краны промышленные и строительные, горные комбайны, напольный производственный транспорт) – категория 2 3. Технологическая (стационарное оборудование металло-, деревоперерабатывающей и др. отраслей промышленности, вентиляторы насосные агрегаты) – категория 3: а) на постоянных рабочих местах производственных помещений; б) на рабочих местах производственных помещений, где нет машин, генерирующих вибрацию; в) на рабочих местах в помещениях для работников умственного труда.
По направлению действия вдоль осей (см. рис.)	
Z - ось, близкая к направлению приложения силы, или ось предплечья X – ось, параллельная оси охватываемых рукояток Y – перпендикулярно осям Z и X	Z – вертикальная ось X – горизонтальная (спина - грудь) Y – горизонтальная (плечо – плечо)

По характеру спектра	
1. узкополосные	
2. широкополосные	
По частотному составу, с преобладанием максимальных уровней в октавных полосах	
8 и 16 (низкочастотные)	1 и 4 (низкочастотные)
31,5 и 63 (среднечастотные)	8 и 16 (среднечастотные)
125,250,500 и более (высокочастотные)	31,5 и 63 (высокочастотные)
По временным характеристикам	
1. постоянные (величина виброскорости или ускорения изменяется до 6 дБ за время наблюдения)	
2. Непостоянные (величина виброскорости или виброускорения изменяется > 6 дБ за время наблюдения):	
а) колеблющаяся вибрация – уровень виброскорости (ускорения) непрерывно изменяется во времени;	
б) прерывистая – контакт оператора с вибрацией прерывается во время работы (длительность интервалов, когда имеет место контакт с вибрацией более 1 с);	
в) импульсная – состоит из одного или нескольких воздействий, каждое длительностью < 1 с. При частоте следования их менее 5,6 Гц.	



Источники вибрации

Производственными источниками локальной вибрации являются ручные механизированные машины ударного, ударно-вращательного и вращательного действия с пневматическим или электрическим приводом.

Инструменты ударного действия основаны на принципе вибрации. К ним относят клепальные, рубильные, отбойные молотки, пневмотрамбовки. Клепальные пневматические молотки находят широкое применение самолетостроении; это, как правило, малогабаритные инструменты массой от 1,1 до 2,9 кг с числом ударов 1200-1800 в мин. В других отраслях применяются более мощные клепальные молотки массой от 8 до 12 кг.

Рубильные молотки предназначены для обрубки отливок, зачистки сварных швов, чеканки, каменотесных и других работ. Серийно выпускаемые молотки имеют массу от 40 до 60 кг с числом ударов 1600 – 3500 в минуту.

Отбойные пневматические молотки применяются при добыче угля и некоторых других полезных ископаемых, в строительстве.

Ручные пневматические трамбовки находят применение в литейном производстве для уплотнения формовочной земли, на строительстве для уплотнения грунта и бетона и т.п. стандартные инструменты выпускаются весом 11,5 кг с числом ударов 650 в мин.

К машинам ударно – вращательного действия относятся пневматические и электрические перфораторы. Применяются в горнодобывающей промышленности, преимущественно при буровзрывном способе добычи. Это тяжелые инструменты весом от 20,0 до 31-34 кг с числом ударов от 1600 до 2600 в 1 мин.

К ручным механизированным машинам вращательного действия относятся шлифовальные, сверлильные машины, электро- и бензомоторные пилы. Вибрация этих машин возникает как сопутствующий фактор в результате взаимодействия режущих инструментов (шлифовального круга, пилы и т.п.) с обрабатываемой поверхностью, а также дисбаланса вращающихся механизмов.

Шлифовальные машины являются наиболее распространенным производственным источником локальной вибраций. Используются при выполнении шлифовальных, полировальных работ, зачистки отливок и сварных швов, доводке штампов и пресс-форм и других работах.

Масса наиболее распространенных инструментов колеблется в пределах от 0,5 до 6 кг, скорость вращения от 3 до 10 тыс. оборотов в 1 мин и более.

Из сверлильных инструментов наибольшей виброопасностью обладают горные пневматические и электрические сверла, предназначенные для бурения шпуров и скважин при добыче полезных ископаемых. Масса инструментов со штангой от 12 до 30 кг, скорость вращения шпинделя от 300 до 900 оборотов в мин.

Электро- и бензомоторные пилы применяются на лесозаготовках. Масса электропил от 7 до 9,5 кг, бензопил – 12-12,5 кг, число оборотов 4200-1200 оборотов в мин. бензомоторные пилы генерируют в процессе работы более

интенсивную вибрацию, чем электрические.

К виброопасным ручным инструментам относят также гайковерты, используемые на сборочных работах в машиностроении и ручные (электрические и пневматические) глубинные и поверхностные вибраторы для уплотнения бетонных смесей.

Помимо ручных автоматизированных машин, локальная вибрация имеет место при точильных, наждачных (зачистка мелкого литья), шлифовальных, полировальных работах, выполняемых на стационарных станках с ручной подачей изделий; при работе ручными инструментами без двигателей, например рихтовочные работы. Наконец, к возможным источникам локальной вибрации относятся органы ручного управления машинами и оборудованием.

Вибрация, воздействующая на человека-оператора в процессе взаимодействия с ручными машинами и оборудованием, охватывает широкий диапазон частот — от нескольких герц до 2000 Гц и выше.

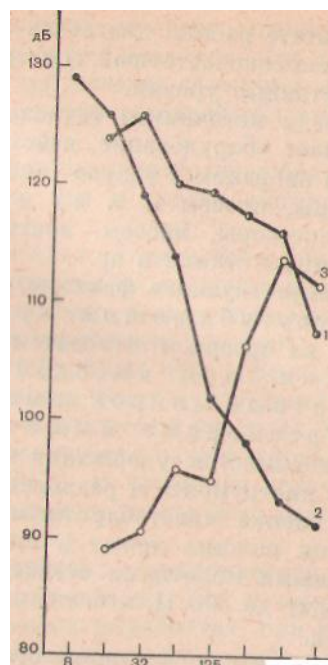
Величина вибрации возрастает при изношенности и неисправности машин.

Неблагоприятным с гигиенической точки зрения моментом является близость основных частот ряда ручных машин к собственным частотам колебаний тела человека и отдельных органов. Типичные спектры вибрации различных видов механизированных инструментов представлены на рис.

1- рубильный молоток

2- трамбовка

3- шлифовальная машина.



Общая вибрация (вибрация рабочих мест) по источнику возникновения подразделяется на транспортную, транспортно-технологическую и технологическую.

Необходимо иметь в виду, что водители транспортных машин (тракторов, самоходной сельскохозяйственной техники, грузового автотранспорта, землеройных машин и др.), а также операторы транспортно-технологического оборудования (экскаваторов, подъемных кранов, горнодобывающих машин, бетоноукладчиков и др.) подвергаются действию общей и местной вибрации. На рабочее место передается низкочастотная толчкообразная вибрация беспорядочного характера, возникающая в процессе передвижения машин по неровной поверхности или работы подвижных частей механизмов. Кроме того, на рабочее место водителя, в том числе и на органы управления, передается вибрация, возникающая в результате работы двигателя и трансмиссии.

Среди источников технологических вибраций основное место занимает оборудование, действие которых основано на использовании вибрации и ударов (виброплатформы, вибростенды, молоты, штампы, прессы и т.д.) и мощные энергетические установки (компрессоры, насосы, вентиляторы, некоторые металлообрабатывающие станки и др.).

Сопутствующие факторы.

К факторам производственной среды, усугубляющим вредное воздействие вибрации на организм, относятся чрезмерные мышечные нагрузки, шум, высокой интенсивности, неблагоприятные микроклиматические условия, индивидуальные факторы.

Чрезмерные мышечные нагрузки связаны с необходимостью удержания подчас довольно тяжелого вибрирующего инструмента и развития необходимого рабочего усилия.

В ряде случаев операторы ручных машин прижимное усилие осуществляют не только руками, но и другими частями тела (упор или нажатие на сверло ногами, спиной и другими участками тела; с помощью веса туловища).

Основные причины шума, генерируемого при работе виброопасных машин,

следующие: расширение сжатого воздуха, выбрасываемого из выхлопных отверстий пневматических машин; соударение металлических деталей вставного инструмента; удары инструмента по обрабатываемому изделию; физические свойства обрабатываемого изделия и др.

Сочетанное действие вибрации и шума способствует более ранним поражениям как органа слуха, так и других систем организма.

Метеорологические условия. При работе с пневматическими ручными машинами наблюдаются охлаждение рук отработанным воздухом и при соприкосновении с холодным металлом корпуса. В ряде сборочно-сварочных цехов судостроительных заводов температура в зимнее время колеблется в пределах 4-9 °С при влажности до 68 %, а в летнее время на юге страны она выше наружной и составляет 28-30 °С. В литейных цехах наименьшая температура 16-18 °С, а летом на юге в этих цехах она может достигать 30-40 °С.

Особенно сказываются неблагоприятные климатические условия Крайнего Севера, Дальнего Востока и др. (работы в карьерах, на открытых горных выработках; при распиловке леса, где имеется значительное охлаждение; при переработки древесины и др.).

Индивидуальные факторы, влияющие на периферическое кровообращение, такие как никотин, определенные лекарственные средства, перенесенные заболевания, которые могут влиять на кровообращения, а также другие индивидуальные характеристики (например, возраст начала работы в виброопасной профессии менее 18 лет и старше 45 лет, морфоконституциональные критерии.)

Действие вибрации на организм.

Вибрация относится к факторам, обладающим значительной биологической активностью. Характер, глубина и направленность функциональных сдвигов со стороны различных систем организма определяется прежде всего уровнями, спектральным составом и продолжительностью вибрационного воздействия. В субъективном восприятии вибрации и объективных

физиологических реакциях важная роль принадлежит биомеханическим свойствам человеческого тела как сложной колебательной системы.

Степень распространения колебаний по телу зависит от их частоты и амплитуды, площади участков тела, соприкасающихся с вибрирующим объектом, места приложения и направления оси вибрационного воздействия, демпфирующих свойств тканей, явления резонанса и других условий.

При низких частотах вибрация распространяется по телу с весьма малым затуханием, охватывая колебательным движением все туловище и голову. Обнаруживается прямая зависимость между степенью статистических мышечных усилий при работе ручным механизированным инструментом и степенью распространения колебаний. Следовательно, снижая силовые воздействия, прилагаемые оператором к машине, можно в значительной степени ограничить распространение вибрации по телу и тем самым снизить ее неблагоприятное действие на человека.

Резонанс человеческого тела в биодинамике определяется как явление, при котором анатомические структуры, органы и системы под действием внешних вибрационных сил, приложенных к телу, получают колебания большей амплитуды. На резонанс тела наряду с его массой влияют такие факторы как размер, поза и степень напряжения скелетной мускулатуры индивидуума и др.

Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20 и 30 Гц, при горизонтальных — 1,5—2 Гц.

Особое значение резонанс приобретает в отношении органа зрения. Частотный диапазон расстройств зрительных функций лежит между 60 и 90 Гц, что соответствует резонансу глазных яблок.

Для торакоабдоминальных органов резонансными являются частоты 3—3,5 Гц.

Для всего тела в положении сидя резонанс определяется на частотах 4—6 Гц.

Хотя в нормативных документах, лимитирующих параметры

производственных вибраций, пока не нашли отражения сведения о резонансных свойствах тела человека, совершенно очевидно сколь важно учитывать области резонансных частот при создании вибрационных машин и механизмов.

В генезе реакций организма на вибрационную нагрузку важную роль играют анализаторы: кожный, вестибулярный, двигательный, для которых вибрация является адекватным раздражителем.

Научно-практический интерес представляет рассмотрение физиологического механизма противодействия организма человека отдельным толчкам.

На толчок, как известно, организм отвечает безусловным защитным рефлексом противодействия — напряжением соответствующих групп мышц, что позволяет ему сохранить равновесие, смягчить удар и т. д. Скорость возникновения рассматриваемого собственно мышечного рефлекса составляет 20 мс.

В связи с этим возникла необходимость биофизической оценки толчка по времени нарастания его максимальной амплитуды, т.е. его «жесткости». Практический смысл этого показателя очевиден. Особую опасность для организма представляют чрезвычайно жесткие толчки, время нарастания которых менее 20 мс, так как защитная роль собственно мышечного рефлекса в данном случае нивелирована. Наоборот, плавный, растянутый толчок всегда менее травмирующий. Это необходимо учитывать при создании способов и средств защиты человека от толчков и вибраций.

Вибрационная болезнь

Длительное влияние вибрации, сочетающееся с комплексом неблагоприятных производственных факторов, может приводить к стойким патологическим нарушениям в организме работающих, развитию вибрационной болезни.

Патогенез вибрационной болезни сложен и недостаточно изучен. В настоящее время доказано, что в основе его лежит

сложный механизм нервнорефлекторных и нейрогуморальных нарушений, которые приводят к развитию застойного возбуждения и последующим стойким изменениям как в рецепторном аппарате, так и в ЦНС, а также в симпатических ганглиях, причем наиболее тяжело страдают системы, регулирующие сосудистый тонус. Не исключена и прямая механическая травматизация, в первую очередь опорно-двигательного аппарата (мышц, связочного аппарата, костей и суставов) при интенсивном вибрационном воздействии.

Различают формы вибрационной болезни, вызванные локальной и общей вибрации.

Наибольшее распространение, а следовательно, социальное и экономическое значение имеет вибрационная болезнь, обусловленная воздействием локальной вибрации.

В производственных условиях работа с ручными машинами, генерирующими преимущественно низкочастотную вибрацию, приводит к развитию вибрационной патологии с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата и менее выраженным сосудистым нарушениям. Эта форма наблюдается у формовщиков, бурильщиков и др. Заболевание возникает через 8—10 лет работы в профессии.

Работа с инструментами ударного действия (клепка, обрубка), генерирующими вибрацию, преимущественно средневысокочастотную (30-125 Гц и более) с неравномерным распределением максимальных уровней по ширине спектра энергии, вызывает различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений. Сроки развития патологии составляют от 3 до 8 лет.

При работе с шлифовальными и другими ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (125—250 Гц и выше), возникают главным образом ангиоспастические сосудистые расстройства, в среднем через 5 и менее

лет.

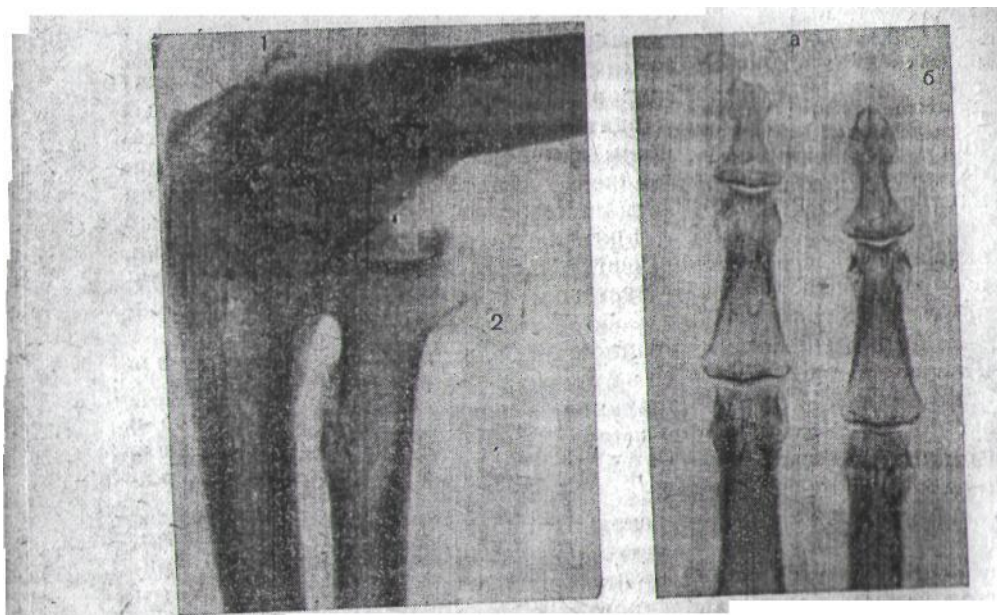
Сосудистые расстройства являются одним из основных симптомов вибрационной болезни. Чаще всего они заключаются в нарушении периферического кровообращения, изменении тонуса капилляров, нарушении общей гемодинамики. Больные жалуются на внезапно возникающие приступы побеления пальцев, которые чаще появляются при мытье рук холодной водой или при общем охлаждении организма.

Полиневропатическая симптоматика при вибрационной болезни проявляется ноющими, ломящими, тянущими болями в верхних конечностях, беспокоящими больше по ночам или во время отдыха. Боли сопровождаются парестезиями, повышенной зябкостью кистей.

Одним из постоянных симптомов вибрационной болезни является расстройство чувствительности. Наиболее резко страдает вибрационная, а также болевая и температурная чувствительность.

У длительно работающих с тяжелыми инструментами как следствие перенапряжения часто наблюдаются миофасцикулиты, миозиты, тендомиозиты.

Изменения со стороны костей проявляются в виде дегенеративно-дистрофических изменений, эностозов, шпор, параосальных обызвествлений, кистозных образований, деформирующих артрозо-артритов крупных суставов верхних конечностей.



Клинически в развитии вибрационной болезни, вызванной воздействием локальной вибрации, различают 3 степени ее развития:

Начальные проявления (I степень):

- 1) периферический ангиодистонический синдром;
- 2) периферический ангиоспастический синдром с редкими акроспазмами пальцев рук;
- 3) синдром сенсорной полиневропатии рук.

Умеренно выраженные проявления (II степень):

- 1) периферический ангиоспастический синдром:
 - А) с частыми акроспазмами;
 - Б) со стойкими вегетативно-трофическими нарушениями;
- 2) синдром сенсорной полиневропатии в сочетании:
 - А) с дистрофическими нарушениями опорно-двигательного аппарата рук и плечевого пояса (миопатозы, периартрозы, артрозы);
 - Б) с полирадикулярными нарушениями (синдром шейной полирадикуло-невропатии);
 - В) с функциональными нарушениями нервной системы (церебральный ангиодистонический синдром, синдром неврастений).

Выраженные проявления (III степень):

- 1) синдром сенсомоторной полиневропатии;
- 2) генерализованный ангиоспастический синдром в сочетании с полиневропатией.

Вибрационная болезнь, вызванная воздействием общей вибрации и толчками, наблюдается у водителей транспорта и операторов транспортно-технологических машин и агрегатов. Одним из основных ее синдромов является вестибулопатия, которая проявляется главным образом вестибуловегетативными расстройствами: головокружением, головными болями, гипергидрозом и т. д.

Нередко возникают дисфункции пищеварительных желез, причем нарушения моторной и секреторной функции желудка нередко связаны с птозами органов брюшной полости, возникновением соляргий.

Типичны изменения в позвоночнике, проявляющиеся в виде деформирующего остеоартроза пояснично-крестцового отдела или дискозов. Эти изменения, как правило, сопровождаются возникновением вторичных корешковых расстройств, являющихся причиной нарушения трудоспособности. Клинически различают 3 степени развития вибрационной болезни от воздействия общей вибрации:

Начальные проявления (I степень):

- 1) ангиодистанический синдром (церебральный или периферический);
- 2) вегетативно-вестибулярный синдром;
- 3) синдром сенсорной (вегетативно-сенсорной) полиневропатии нижних конечностей.

Умеренно выраженные проявления (II степень):

- 1) церебрально-периферический ангиодистрофический синдром;
- 2) синдром сенсорной (вегетативно-сенсорной) полиневропатии в сочетании:
 - А) с полирадикулярными нарушениями (синдром полирадикулоневропатии);
 - Б) с вторичным пояснично-крестцовым корешковым синдромом (вследствии остеохондроза поясничного отдела позвоночника);
 - В) с функциональными нарушениями нервной системы (синдром невротении).

Выраженные проявления (III степень):

- 1) синдром сенсомоторной полиневропатии;
- 2) синдром дисциркуляционной энцефалопатии в сочетании с периферической полиневропатией (синдром энцефало полиневропатии).

При всех видах вибрационной болезни нередко наблюдаются изменения со стороны ЦНС в виде вегетодисфункции на неврастеническом фоне, которые могут быть связаны с комбинированным действием вибрации и интенсивного шума, постоянно сопутствующего вибрационным процессам.

По той же причине у рабочих виброопасных профессий с большим стажем возникают невриты слуховых нервов, при выраженных стадиях заболевания наблюдается понижение слуха не только на высокие, но и на низкие тона (64—128 Гц).

Общая вибрация оказывает также отрицательное влияние на женскую половую сферу: отмечается обострение воспалительных процессов в половых органах, наблюдаются расстройства менструального цикла в виде дисменореи.

Профилактические мероприятия

В условиях широкого распространения вибрационного оборудования во всех отраслях народного хозяйства и дальнейшего роста его использования проблема профилактики вибрационной патологии является чрезвычайно актуальной. Комплекс основных профилактических мероприятий, принятых в нашей стране, включает:

1. гигиеническое нормирование;
2. технические способы ограничения и уменьшения вибрации;
3. рациональные режимы труда и отдыха;
4. лечебно-профилактические меры.

Гигиеническое нормирование.

Основными законодательными документами, регламентирующими параметры производственных вибраций и санитарные правила работы с виброопасными механизмами и оборудованием, являются: «Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих» № 3041—84 от 13.07.84 г. и «Санитарные нормы вибрации рабочих мест» № 3044—84. Санитарные нормы устанавливают: классификацию вибрации; методы гигиенической оценки вибрации, нормируемые параметры и их допустимые величины; санитарные правила при работе с вибрирующим оборудованием.

Гигиеническую оценку локальной вибрации и вибрации рабочих мест производят 3 методами:

- 1) частотным (спектральным) анализом нормируемых параметров;
- 2) интегральной оценкой по частоте нормируемых параметров;
- 3) дозной оценкой.

Методы оценки	Измеряемые и оцениваемые параметры вибрации
Частотный (спектральный) анализ	Средние квадратические ¹ значения виброскорости, м/с, или виброускорения, м/с ² (или их логарифмические уровни, дБ), в третьоктавных или октавных полосах частот
Интегральная оценка по частоте	Корректированное ² значение (или логарифмический уровень, дБ) виброскорости, м/с, или виброускорения, м/с ²
Интегральная оценка с учетом времени воздействия (дозная оценка)	Эквивалентное по энергии ³ корректированное значение (или уровни, дБ) виброскорости, м/с, или виброускорения, м/с ²

Примечание.

1 Усредненное значение за время измерения в соответствии с постоянной времени прибора.

2 Частотно – взвешенная величина (с помощью корректирующих фильтров или специальных расчетов).

3 Усредненное значение по правилу «равной энергии» с учетом времени действия вибрации.

Основным методом, характеризующим вибрационное воздействие на работающих, является частотный анализ. Измерения проводятся для локальной вибрации в октавах (среднегеометрические частоты 8, 16, 31,5, 63, 125, 250, 500

и 1000Гц) и для общей вибрации в третьоктавных полосах и октавах (среднегеометрические частоты 1, 2, 4, 8, 16, 31,5 и 63 Гц). Этот метод позволяет получить наиболее полную гигиеническую характеристику вибрации, т.е. не только интенсивность вибрации, но и характер спектра вибрации (низко-, средне- и высокочастотный), определяющий специфику влияния вибрации на организм человека. Метод частотного (спектрального) анализа, кроме того, позволяет при проведении соответствующих расчетов перейти к интегральной и далее к дозной оценке вибрации с учетом времени воздействия.

Метод интегральной оценки по частоте нормируемых параметров предполагает измерение одночислового показателя — скорректированного уровня вибрации, определяемого как результат энергетического суммирования уровней вибрации в октавных полосах частот с учетом октавных поправок. Этот метод измерения менее трудоемкий, чем метод частотного анализа вибрации, однако и менее информативный.

Метод дозной оценки используется для непостоянных вибраций с учетом времени воздействия вибрации в течение смены. Этот метод связан с методом интегральной оценки по частоте и позволяет получить одночисловую характеристику следующими способами:

1. расчетом эквивалентного скорректированного уровня по измеренному (или рассчитанному) скорректированному значению и данным хронометража;
2. инструментальным измерением эквивалентного скорректированного значения.

Эквивалентный скорректированный уровень изменяющейся во времени вибрации соответствует скорректированному уровню постоянной во времени и равной по энергии вибрации, действующей 8 ч.

Если работающие подвергаются действию вибрации (локальной или общей) в течение смены (8 ч), и вибрация является постоянной по временной характеристике (виброскорость меняется не более чем на 6 дБ за время наблюдения), то для гигиенической оценки используются методы интегральной

оценки по частоте и спектральный (более точный). Если же работающие подвергаются действию непостоянной во времени вибрации, а именно в течение 8 ч обслуживают оборудование, генерирующее вибрацию, параметры которой изменяются >6 дБ, или же оборудование, генерирующее постоянную вибрацию, но только часть смены, то для характеристики вибрационного воздействия используется метод дозной оценки или интегральной оценки с учетом времени, так как ПДУ установлены в расчете на 8-часовое воздействие вибрации.

Например, если вибрационными характеристиками ручного инструмента являются скорректированные уровни вибрации (виброскорость и виброускорение в дБ) и уровни тех же нормируемых параметров в октавных полосах частот, то характеристикой вибрационного воздействия на оператора будет эквивалентный скорректированный уровень вибрации (виброскорость, виброускорение в дБ), так как время работы с этим инструментом может быть различным в зависимости от технологии. Поскольку наиболее часто рабочие подвергаются действию непостоянных вибраций, то при оценке условий труда почти всегда необходимо измерять (или рассчитывать) эквивалентные скорректированные уровни вибрации.

Методика измерения вибрации. Выпускаемая в настоящее время виброизмерительная аппаратура позволяет измерить как уровни виброускорения (виброскорости) в пределах нормируемых частот третьоктавных и/или октавных полос, так и скорректированные и эквивалентные скорректированные уровни виброускорения (виброскорости). Основные характеристики некоторых приборов указаны в табл.

Наименование прибора, устройства	Измеряемый фактор
Шумомер интегрирующий — виброметр ШИ-01 В	Шум, локальная и общая вибрация
Комплект «Октава 110 А»	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

Для унификации измерений вибраций введены государственные стандарты, устанавливающие требования к приборам, методам измерения и обработки результатов — ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования» и др.

При проведении измерений следует руководствоваться общими правилами, изложенными в утвержденных Минздравом СССР «Методических указаниях по проведению измерений и гигиенической оценке производственных вибраций» № 3911-85.

Машины или оборудование должны работать в паспортном или типовом технологическом режиме по скорости, нагрузке, выполняемой операции, обрабатываемому объекту и т.д. При контроле общей вибрации должны быть включены все источники, передающие вибрацию на рабочее место.

Точки измерения, т.е. места установки вибродатчиков, должны располагаться на вибрирующей поверхности в местах, предназначенных для контакта с телом оператора:

1. на сиденье, рабочей площадке, полу рабочей зоны оператора и обслуживающего персонала;
2. в местах контакта рук работающего с рукоятками, рычагами управления и т.п.

Вибродатчик должен крепиться способом, указанным в заводской инструкции. При измерении общей вибрации на площадках с твердым покрытием (асфальт, бетон, металлические плиты и т.п.) или сиденьях без упругих облицовок вибродатчик должен крепиться непосредственно к этим поверхностям на резьбе, магните, мастиках и т.п. Кроме того, вибродатчик может крепиться на резьбе (или с помощью магнита) к жесткому стальному

диску (диаметром 200 мм и толщиной 4 мм), который размещается между полом и ногами стоящего человека или сиденьем и корпусом сидящего человека. При измерении локальной вибрации предпочтительно укреплять датчик в точках контроля на резьбе, хотя допускается крепление и с помощью металлического элемента в виде зажима, хомута и т.п.

В каждой точке контроля вибродатчик устанавливают на ровной, гладкой площадке последовательно по трем взаимноперпендикулярным направлениям (оси Z, X, Y). Допускаются измерения в направлении максимальной вибрации (превышение по сравнению с измерениями по другим осям >12 дБ), если установлены одинаковые допустимые уровни по всем осям.

После установки вибродатчика в выбранной точке контроля включают виброметр и проводят необходимые замеры, последовательно выполняя манипуляции согласно инструкции.

Общее количество отсчетов должно быть не менее 3 для локальной вибрации; 6 — для общей технологической вибрации; 30 — для общей транспортной и транспортно-технологической (во время движения) вибрации с последующей обработкой.

Гигиеническая регламентация. Результаты исследований постоянных вибраций, полученных одним из указанных методов (спектральным или интегральным), сопоставляют с предельно допустимыми значениями санитарных норм «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий» СН 2.2.4/2.1.8.566-96 (табл. 63; 6.4п6.5). В последних двух таблицах представлены допустимые значения общей вибрации (рабочих мест) только в октавных полосах частот, опущены значения в третьоктавных полосах частот.

Предельно допустимые уровни вибрации установлены для длительности вибрационного воздействия 8 ч.

Для непостоянных вибраций, колеблющихся во времени, прерывистых, когда контакт с вибрацией занимает часть смены, оценку, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96, проводят по эквивалентному скорректированному уровню

виброскорости или виброускорения, которое рассчитывают на основании следующих величин:

1. измеренных, как показано ранее, уровней вибрации в пределах октавных полос или скорректированных уровней;
2. времени действия вибрации, определенного хронометражными исследованиями.

Для расчета эквивалентного уровня используются значения поправок к скорректированному уровню на время действия вибрации аналогично шуму по таблице 1.

Таб.1: Величины поправок в зависимости от времени воздействия

Время, ч	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/4 (15 мин)	1/12 (5 мин)
%	100	88	75	62	50	38	25	12	6	3	1
Поправка, дБ	0	-0,6	-1,2	-2	-3	-4,2	-6	-9	-12	-15	-20

Пример расчета. При измерении виброскорости спектральным методом на рукоятке рубильного молотка во время обработки чугунного литья были проведены три отсчета (по оси Z). Далее рассчитаны средние уровни виброскорости в октавных полосах частот, которые приведены в таблице 2.

Таб.2: Этапы расчета скорректированного уровня виброскорости

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Уровни виброскорости, дБ	Значение весовых коэффициентов, дБ	Скорректированные октавные уровни виброскорости, дБ	Данные попарного суммирования уровней с учетом поправок	
8	108	-6	102	112,4	122,0
16	112	0	112		
31,5	120	0	120	121,5	122,6
63	116	0	116		
125	111	0	111	112,5	113,5
250	107	0	107		
500	104	0	104	106,5	
1000	103	0	103		

Так как ось Z — направление максимальной вибрации, результаты изме-

рения по другим осям не приводятся. Время работы с молотком в течение смены — 5 ч.

Для перехода к расчету дозы вибрации необходимо сначала определить скорректированный уровень виброскорости (интегральный показатель). Для этого с помощью весовых коэффициентов для октавных полос частот нужно определить скорректированные октавные уровни виброскорости по таблицам 3 и 4:

Таб.3: Значение весовых коэффициентов (дБ) для локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Значение весовых коэффициентов	
	Для виброускорения	Для виброскорости
8	0	-6
16	0	0
31,5	-6	0
63	-12	0
125	-18	0
250	-24	0
500	-30	0
1000	-36	0

Таб.4: Значение весовых коэффициентов (дБ) для общей вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Значение весовых коэффициентов			
	Для виброускорения		Для виброскорости	
	Z	XY	Z	XY
1	-6	0	-25	-6
2	-3	0	-16	-1
4	0	-6	-7	0
8	0	-12	-1	0
16	-6	-18	0	0
31,5	-12	-24	0	0
63	-18	-30	0	0

Затем нужно провести попарно энергетическое суммирование их уровней с учетом поправок по таблице 5:

Таб. 5: Величина добавки:

Разность	слагаемых	0	1	2	3	4	5	6	7	8	10
----------	-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

уровней L2-L1, дБ										
Добавка, прибавляемая к большему из уровней, дБ	3	2,5	2,2	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,4

В нашем случае скорректированный уровень виброскорости равен 122,6 =123 дБ (табл. 2).

Так как работа с молотком занимает 5 ч в смену, то с учетом поправки на время (см. табл. 1), равной -2, эквивалентное скорректированное значение уровня виброскорости составит 121 дБ. Эту величину сравниваем с допустимым эквивалентным скорректированным уровнем виброскорости, равным 112 дБ.

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Виброускорение		Виброскорость	
	м/с ²	дБ	м/с x 10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11	141	1,4	109
250	22	147	1,4	109
500	45	153	1,4	109
1000	89	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные скорректированные значения и их уровни	2	126	2	112

Результаты измерений оформляют протоколом установленной формы. В заключении дается анализ вибрационного фактора с указанием величины превышения ПДУ, а также условий, определяющих повышенные уровни

вибрации. Кроме этого, отмечаются факторы условий труда, усугубляющие неблагоприятное влияние вибрации: большие динамические и статические нагрузки (для ручных машин оценивается масса, приходящаяся на руки, усилие нажатия), длительная работа в вынужденной позе, общее или местное охлаждение и др.

Так, в соответствии с СанПиН 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ» масса ручного инструмента в сборе (включая массу вставного инструмента, присоединяемых рукояток, шлангов и т.п.) или обрабатываемой детали не должна превышать 5 кг для инструмента, используемого для работы при различной ориентации в пространстве, и 10 кг для инструмента, используемого при выполнении работ вертикально вниз и горизонтально.

Сила нажатия, необходимая для работы ручной машины в паспортном режиме, не должна превышать для одноручной машины 100 Н, для двуручной — 200 Н.

Санитарные правила устанавливают требования к *микроклиматическим условиям*. При работе, в помещениях температура воздуха должна быть не менее 16 °С, относительная влажность 40—60%, скорость движения воздуха не более 0,3 м/с. При работе с вибрирующим оборудованием на открытом воздухе в условиях северного климата или в холодный период года в умеренном климате для периодического обогрева работающих должны предусматриваться специальные отапливаемые помещения с температурой воздуха 22 °С.

Конструкция пневмоинструмента должна исключать охлаждение рук выхлопной струей сжатого воздуха.

Запрещается проведение свержурочных работ с вибрирующим оборудованием.

Таким образом, оговоренные санитарными правилами меры направлены на ограничение неблагоприятного воздействия сопутствующих факторов производственной среды.

Имеется ряд нормативов, регламентирующих санитарные параметры

вибрации машин и оборудования, в виде ГОСТов, многие из которых относятся к стандартам системы безопасности труда (ССБТ). Некоторые из них соответствуют стандартам СЭВ.

Технические способы ограничения и уменьшения вибрации.

Наиболее действенным средством защиты человека от вибрации является устранение непосредственного его контакта с вибрирующим оборудованием. Осуществляется это путем применения дистанционного управления, промышленных роботов, автоматизации, и замены технологических операций.

Особенно интенсивное внедрение автоматов, полуавтоматов и промышленных роботов происходит в виброопасных профессиях при абразивной обработке изделий на стационарных станках.

Большое значение имеет замена и усовершенствование технологических операций применение сварки, клеевых соединений, электроимпульсной, электрохимической, гидроабразивной обработки материалов, внедрение точного литья. Эти меры исключают полностью или существенно снижают время контакта человека-оператора с виброопасным оборудованием.

Снижение неблагоприятного действия вибрации ручных механизированных инструментов на оператора достигается путем технических решений:

- уменьшением интенсивности вибрации непосредственно в источнике (за счет конструктивных усовершенствований);
- средствами внешней виброзащиты, которые представляют собой упругодемпфирующие материалы и устройства, размещенные между источником вибрации и руками человека-оператора.

Исключительно важное значение имеет постоянный контроль за исправностью оборудования и своевременный планово-предупредительный его ремонт, поскольку в результате эксплуатации, в частности ручных механизированных инструментов, их износа происходит выраженное усиление вибрации.

Режим труда.

В комплексе мероприятий по снижению неблагоприятного действия на организм человека, поддержание его высокой работоспособности важная роль отводится разработке и внедрению научно обоснованных режимов труда и отдыха.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР и ВЦСПС от 28.07.70 г. № 608 «О мероприятиях по дальнейшему снижению вредного воздействия машин, технологического оборудования и механизированного инструмента работников различных отраслей народного хозяйства» МЗ СССР совместно с ВЦСПС и Госкомтруда СССР были разработаны и утверждены в 1971 г. «Рекомендации к разработке положения о режиме труда работников виброопасных профессий». Согласно «Положению о режиме труда работников виброопасных профессий», для вибрации, удовлетворяющей требованиям санитарных норм, суммарное время контакта с вибрацией не должно превышать 2/3 продолжительности рабочей смены.

Для машин с повышенной вибрацией ограничение времени контакта с вибрацией производится в соответствии с максимальной величиной превышения нормативного уровня

Превышение допустимых уровней виброскорости в октавных полосах частот санитарных норм, дБ	Допустимая суммарная длительность воздействия вибрации за смену, мин
0 (1 раз)	320
До 3 (1,41 раз)	160
До 6 (2 раза)	80
До 9 (2,8 раза)	40
До 12 (4 раза)	20

При уровне вибрации на 3 дБ выше нормы допустимая суммарная длительность ее в течение рабочей смены не должна превышать 160 мин. Каждое последующее повышение интенсивности еще на 3 дБ приводит к

сокращению общего времени работы в условиях вибровоздействия в 2 раза.

Таким образом, при максимально допустимом превышении нормы на 12 дБ время работы в контакте с вибрацией сокращается до 20 мин.

Кроме того, в соответствии с положением рекомендуется устанавливать 2 регламентируемых перерыва для активного отдыха, проведения физиопрофилактических процедур, производственной гимнастики по специальному комплексу.

К мерам организационного характера, направленным на сокращение времени контакта с вибрационным оборудованием, относится создание комплексных бригад со взаимозаменяемостью профессий.

Такой опыт имеется в нашей стране в горнодобывающей и некоторых других отраслях промышленности.

В целях профилактики неблагоприятного воздействия локальной и общей вибрации работающие должны использовать средства индивидуальной защиты: рукавицы или перчатки (ГОСТ 12.4.002-г74. «ССБТ. Средства индивидуальной защиты рук от вибрации. Общие требования»); спецобувь (ГОСТ 12.4.024—7.Г «ССБТ-Обувь специальная виброзащитная»).

Лечебно-профилактические и общеоздоровительные мероприятия.

Одним из наиболее важных аспектов, медико-биологической профилактики неблагоприятного воздействия вибрации являются обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры.

В соответствии с приказом МЗ СССР №700 от 19.06.84 г. осмотры должны проводиться врачами-специалистами (невропатолог, терапевт, отоларинголог) лечебно-профилактических учреждений, обслуживающих предприятия. Из функциональных исследований обязательными являются холодовая проба, определение вибрационной чувствительности, динамометрических показателей.

Помимо перечня общих медицинских противопоказаний, к допуску на работу, связанную с опасными, вредными веществами и неблагоприятными производственными факторами, разработаны специальные *противопоказания к*

приему на работу, связанную с воздействием производственной вибраций. К ним относятся: выраженная вегетативная дисфункция; облитерирующий эндартериит; болезнь Рейно; хронические заболевания периферической нервной системы; нарушение функции вестибулярного аппарата любой этиологии, в том числе болезнь Меньера; аномалии женских половых органов и др. К работам в условиях воздействия локальной вибрации допускаются лица не моложе 18-летнего возраста.

Среди лечебно-профилактических мероприятий, направленных на предупреждение вибрационной патологии, важное место отводится ранней диагностике заболеваний и активной дифференцированной диспансеризации работающих в условиях вибрационного воздействия.

Диспансеризация предусматривает предупреждение возникновения (первичная профилактика), прогрессирования (вторичная профилактика) вибрационной болезни, а также заболеваний непрофессионального характера.

К медико-биологическим и общеоздоровительным мероприятиям профилактики вибрационной патологии относятся:

1. тепловые процедуры для рук в виде гидропроцедур (ванночки) или сухого воздушного обогрева;
2. взаимомассаж и самомассаж рук и плечевого пояса;
3. производственная гимнастика;
4. УФ-облучение;
5. витаминпрофилактика и другие мероприятия общеукрепляющего характера, например комната психологической разгрузки, кислородный коктейль и др.

На предприятиях с участием санэпидслужбы, медсанчастей, отделов техники безопасности должен быть разработан конкретный комплекс медико-биологических профилактических мероприятий с учетом характера воздействующей вибрации и сопутствующих факторов производственной среды.

ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ТЕМЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ, УЛЬТРАЗВУК, ИНФРАЗВУК»

УКАЖИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

1. Производственный шум с преобладающей частотой более 1000 Гц относится к классу

- а) низкочастотных
- б) среднечастотных
- в) высокочастотных

2. При изменении уровня шума за рабочую смену не более, чем на 5 дБА, он называется

- а) широкополосным
- б) постоянным
- в) колеблющимся во времени
- г) тональным

3. При изменении уровня шума за рабочую смену более, чем на 5 дБА, он называется

- а) широкополосным
- б) постоянным
- в) тональным
- г) непостоянным

4. Наиболее рациональным является уменьшение производственного шума

- а) в источнике образования
- б) по пути распространения
- в) путем применения средств индивидуальной защиты

5. Уровни звукового давления в октавных полосах частот и в дБА нормируются на рабочих местах для шума

- а) постоянного
- б) прерывистого
- в) импульсного

6. Более раздражающим для слухового анализатора является звук

- а) низкочастотный
- б) высокочастотный

7. Промышленный ультразвук представляет собой механические колебания упругой среды в диапазоне частот

- а) 16 Гц и менее
- б) 16 кГц и более
- в) 31,5 – 8000 Гц

8. В гигиенической практике оценку воздушного ультразвука на рабочих местах производят

- а) по уровню виброскорости в дБ
- б) по интенсивности ультразвука в Вт/см²
- в) по уровню звукового давления в дБ

9. Нормируемые характеристики постоянного инфразвука в рабочей зоне

- а) уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц
- б) уровни виброскорости в дБ в октавных полосах частот 2, 4, 8, 16 Гц

УКАЖИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

10. Производственные шумы по временным характеристикам подразделяются на

- а) постоянные
- б) механические
- в) импульсные
- г) прерывистые
- д) колеблющиеся во времени

11. Производственные шумы по характеру спектра подразделяются на

- а) механические
- б) широкополосные
- в) тональные

г) постоянные

12. При хроническом воздействии шума на организм характерны следующие синдромы

- а) вегетососудистая дисфункция
- б) астеновегетативный синдром
- в) остеохондроз
- г) двухстороннее поражение слуха
- д) полиневриты

13. Шум в производственных помещениях на рабочих местах нормируется с учетом

- а) тяжести работы
- б) напряженности работы
- в) временн?й характеристики
- г) периода года

14. Профессиональная тугоухость возникает быстрее, если шум имеет характер

- а) постоянный
- б) непостоянный
- в) широкополосный
- г) тональный

15. Производственный шум неблагоприятно влияет на

- а) центральную нервную систему
- б) сердечно-сосудистую систему
- в) вестибулярный аппарат
- г) надпочечники, гипофиз, щитовидную железу
- д) печень, селезенку

16. На рабочих местах интегральный параметр (эквивалентный по энергии уровень звука в дБА) регламентируется для шума

- а) постоянного
- б) прерывистого

в) колеблющегося во времени

17. Профессиональная тугоухость возникает быстрее, если шум имеет характер

а) постоянный

б) импульсный

в) низкочастотный

г) высокочастотный

18. Для профессионального неврита слухового нерва характерны

а) постепенное развитие

б) одностороннее поражение

в) двустороннее поражение

г) длительный стаж работы в условиях интенсивного шума

д) повышение порогов восприятия звуков в области высоких частот

19. Для оценки воздействия производственного шума на слуховой анализатор используются методы исследования

а) при помощи камертона

б) при помощи разговорной речи

в) тональная пороговая аудиометрия

г) слухомоторная хронорефлексометрия

20. Наиболее характерные изменения в организме, связанные с систематическим воздействием производственного ультразвука, распространяющегося воздушным путем

а) профессиональная тугоухость

б) вегетососудистая дистония

в) полиневриты

г) астенический синдром

21. Наиболее характерные изменения в организме работающих при контактном воздействии ультразвука

а) нарушение кожной чувствительности кистей рук

б) изменение в составе периферической крови

- в) вегетативно-сосудистое поражение рук
- г) нарушение зрения (катаракта)

22. Для инфразвуковых колебаний характерны

- а) большая длина волны
- б) малая длина волны
- в) низкая частота колебаний
- г) высокая частота колебаний
- д) явление дифракции

23. Интенсивный инфразвук оказывает биологическое действие на

- а) эмоциональную сферу (чувство страха)
- б) опорно-двигательный аппарат
- в) сердечно-сосудистую систему
- г) вестибулярный аппарат

24. В производственных условиях инфразвук, как правило, сочетается

- а) с пылью преимущественно фиброгенного действия
- б) с химическими факторами
- в) с низкочастотным шумом
- г) с низкочастотной вибрацией

Эталон ответов «Шум. Инфразвук. Ультразвук»

1-в	10-а,в,г,д
2-б	11-б,в
3-г	12-а,б,г
4-а	13-а,б,в
5-а	14б,г
6-б	15-а,б,в
7-б	16-б,в
8-в	17-б,г
9-а	18-а,в,г,д

19-а,б,в

22-а,в,д

20-б,г

23-а,в,г

21-а,в

24-в,г

ТЕСТОВЫЙ КОНТРОЛЬ ПО ТЕМЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ»

УКАЖИТЕ ОДИН ПРАВИЛЬНЫЙ ОТВЕТ

1. Вибрация как производственная вредность – это

- а) механические колебания воздушной среды, воспринимаемые в процессе производственной деятельности
- б) механические колебания, воспринимаемые при контакте с колеблющимся телом в процессе производственной деятельности
- в) электромагнитные колебания, воспринимаемые человеком в процессе трудовой деятельности

2. Синдром вестибулопатии наиболее часто наблюдается у работающих, подвергающихся воздействию вибрации

- а) местной
- б) общей

3. Для гигиенической оценки непостоянной производственной вибрации на рабочем месте применяется показатель

- а) скорректированный по частоте уровень виброскорости (виброускорения)
- б) эквивалентный (по энергии) скорректированный уровень виброскорости (виброускорения)
- в) уровни виброскорости (виброускорения) в октавных полосах частот

УКАЖИТЕ ВСЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

4. При воздействии интенсивной вибрации, передаваемой на руки, у работающих развиваются следующие симптомы

- а) боли в руках
- б) спазм капилляров, побеление пальцев

- в) снижение мышечной силы
- г) повышение тактильной чувствительности
- д) снижение вибрационной чувствительности

5. Развитие вибрационной болезни у работающих с ручным механизированным инструментом зависит (кроме интенсивности вибрации) от следующих условий

- а) массы инструмента
- б) статических усилий
- в) напряженности труда

6. Санитарные нормы устанавливают допустимую интенсивность вибрации рабочих мест с учетом

- а) источника вибрации
- б) направления вибрации
- в) частоты вибрации
- г) тяжести работы
- д) времени года

7. Для профилактики неблагоприятного воздействия на работающих общей технологической вибрации применяются

- а) виброизоляция оборудования
- б) индивидуальные средства защиты
- в) виброизоляция пола
- г) ножные ванны

8. Для снижения неблагоприятного воздействия интенсивной производственной вибрации, передаваемой на руки, применяются

- а) виброизоляция рабочего места
- б) усовершенствование ручного инструмента
- в) регламентированные внутрисменные перерывы
- г) гидропроцедуры рук
- д) самомассаж рук

9. Степень распространения механических колебаний по телу человека

при работе с ручным механизированным инструментом тем выше, чем

- а) больше усилия нажатия
- б) меньше усилия нажатия
- в) больше виброскорость
- г) меньше виброскорость

10. Ранние признаки вибрационной болезни можно выявить с помощью следующих методов

- а) термометрии с холодной пробой
- б) капилляроскопии
- в) измерения вибрационной чувствительности

11. В комплекс лечебно-профилактических мероприятий для предупреждения вибрационной болезни входят

- а) ножные ванны
- б) витаминизация (С, В)
- в) гидропроцедуры для рук
- г) самомассаж рук
- д) медицинские осмотры

12. Неблагоприятное действие производственной вибрации усиливается в сочетании с

- а) шумом
- б) нагревающим микроклиматом
- в) охлаждающим микроклиматом
- г) физическим перенапряжением

13. При воздействии интенсивной общей вибрации у работающих могут наблюдаться

- а) экстрапирамидный синдром
- б) вестибулопатия
- в) полиневропатия нижних конечностей
- г) остеохондроз позвоночника
- д) церебрально-периферический ангиодистонический синдром

Эталон ответов «ПРОМЫШЛЕННАЯ ВИБРАЦИЯ»

1-б	8-б,в,г,д
2-б	9-а,в
3-б	10-а,б,в
4-а,б,в,д	11-а,б,в,г,д
5-а,б	12-а,в,г
6-а,б,в	13-б,в,г,д
7-а,б,в,г	

ТИПОВАЯ СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ПО ТЕМЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ШУМ».

В штамповочном цеху автозавода произведено измерение уровня шума прибором ИШВ-1. Получены результаты:

Общая интенсивность шума, в дБ	Интенсивность в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	Г 250	500	1000	2000	4000	8000
	99	90	80	81	86	L 84	80	78
ПДУ шума в производств, помещ. СН 2.2.4/21.8.592 от 1996г.	95	87	82	78	75	73	71	69

(Нормативные документы: СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки»,

МУ 4435-87 «Методические указания по гигиенической оценке производственной и непроизводственной шумовой нагрузки»).

ЗАДАНИЕ

А. Дайте гигиеническое заключение по шумовой ситуации в данном производственном помещении.

Б. Ответьте на следующие вопросы:

1. Дайте определение шума как физического явления.
2. Физические показатели, характеризующие звуковую волну.
3. Понятие интенсивности как основной характеристики шума, октавные полосы для характеристики частотных показателей шума.
4. Характеристика шумов по происхождению.
5. Общие и специфические симптомы шумовой болезни. *)
6. Критерии нормирования производственного шума на рабочих местах.
7. Требования к производственным помещениям, где производственный цикл сопровождается генерированием шума.
8. Правила организации перерывов для отдыха в процессе рабочего дня. *)
9. Особенности организации периодических профессиональных осмотров на шумных производствах. *)
10. Врачи каких специальностей привлекаются к проведению профессиональных осмотров в профессиях, связанных с воздействием шума? Какие исследования необходимо проводить во время этих осмотров?*)

ЭТАЛОН ОТВЕТА

А. При сравнении фактических уровней шума в дБ в соответствующих частотных октавных полосах с нормативными величинами видно значительное превышение интенсивности шума в данном производственном помещении. Опасность этого превышения усугубляется преобладанием высокочастотных шумов, что требует строгого контроля за выполнением профилактического комплекса мероприятий,

Б. 1. Шум - беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты, постоянно меняющихся во времени.

2. Звуковая волна несёт с собой звуковое давление, измеряемое в ньютонах/м² и звуковую энергию, измеряемую в ватт/м.

3. Интенсивность, измеряемая в децибелах, зависит от величины звуковой энергии, между которыми существует логарифмическая зависимость. С увеличением энергии на 1 порядок дает увеличение интенсивности на единицу. Наиболее часто встречающиеся на производстве шумы с частотой от 45 гц до 11000 гц разделены на 8 октавных полос. Оценка шума проводится по интенсивности и по частотной характеристике. С увеличением частоты вредность шума увеличивается.

4. Шумы по происхождению делятся на бытовые, уличные и производственные.

5. Шумовая болезнь включает в себя группу общих и специфических симптомов. Общие симптомы связаны с нарушением функции соматической и вегетативной нервных систем, резкого нарушения липидного обмена, развитием эндогенной гиперхолестеринемии, повышением артериального давления, развитием атеросклероза, подавлением психических функций.

Специфические изменения связаны с изменением слуха. Развивается профессиональная тугоухость и даже глухота вследствие постепенной атрофии кортиева органа.

6. Для каждого помещения в зависимости от его назначения и точности выполняемой работы установлены предельно-допустимые уровни интенсивности для каждой октавной полосы и общего уровня шума, что зафиксировано в санитарных нормах 1996 года.

7. Основным требованием к рабочим помещениям, где генерируется шум, является отделка всех поверхностей звукопоглощающими материалами, по возможности отделением одного рабочего места от другого.

8. В целях профилактики шумовой болезни большое значение имеет правильная организация перерывов, которые осуществляются через каждые 50 мин. работы. Перерыв проводится вне производственного помещения. Эти помещения за счет эстетического оформления должны вызывать положительные эмоции. В этих помещениях может звучать лёгкая приятно-мелодичная музыка, шум морского прибоя и др. Температура 16° -

18°C.

9. Периодические профосмотры на шумных производствах в первые три года проводятся через 3, 6, 9, 12 и т.д. месяцев. Если в течение 3-х лет не обнаружено никаких изменений, то осмотры проводятся 1 раз в год.

10. В профосмотрах принимают участие терапевт (цеховой врач), лор-специалист, невропатолог. Из инструментальных методов исследования - обязательная аудиометрия.

ТИПОВАЯ СИТУАЦИОННАЯ ЗАДАЧА ПО ТЕМЕ «ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ВИБРАЦИЯ».

На рукоятке электрорубанка рабочего цеха мебельного комбината г.Электрoгoрска Московской области обнаружены следующие параметры вибрации:

Частота (Гц)	31, 5	63	125	250	500	1000	2000
Виброскорость, выявленная при замерах (см/сек)	4,2	3,7	2,7	2,0	1,1	0,5	0,2
Санитарные нормы для местной вибрации (СН- 96)	3,5	2,5	1,8	1,3	0,9	0,6	0,2

(Нормативные документы: СанПиН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация и вибрация в помещениях жилых и общественных зданий», СанПиП 2.2.2.540 - 96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ»,

Методические рекомендации по измерению импульсной локальной вибрации МУ 2946-83.

ЗАДАНИЕ

А. Дайте заключение по условиям работы на данном рабочем месте

Б. Ответьте на следующие вопросы:

1. Дайте определение вибрации с физической точки зрения.
2. Какими показателями характеризуются колебательные движения твёрдых и упругих тел?
3. Основной показатель вредности вибрации при воздействии на организм человека.
4. Перечислите ведущие синдромы вибрационной болезни и факторы, влияющие на скорость возникновения этих синдромов.
5. Как проявляется генерализация сосудистых изменений при вибрационной болезни?
6. Как правильно построить режим рабочего дня при воздействии вибрации?
7. Перечислите медицинские профилактические мероприятия при воздействии вибрации.
8. В чём заключается специфическое значение комплекса витаминов С и В) при профилактике вибрационной болезни?
9. С чем связано благоприятное влияние УФ-облучения работающих при профилактике вибрационной болезни? Сроки проведения УФ-облучения.
10. Какие специалисты и почему должны участвовать при проведении периодического профосмотра и какие инструментальные исследования необходимо провести у рабочих, подвергающихся воздействию вибрации?

ЭТАЛОНЫ ОТВЕТОВ

А. Условия работы неблагоприятные, т.к. имеет место превышение виброскорости в частотах от 31,5 до 500 Гц, в том числе существенное превышение в диапазоне 31,5-250 Гц, считающимися наиболее опасными в плане развития вибрационной болезни. Для предупреждения возникновения у рабочих вибрационной болезни необходимо осуществление комплекса профилактических мероприятий.

Б. Вибрация - это периодические отклонения твердого или упругого тела от точки устойчивого равновесия, побуждаемые каким-либо

энергетическим побудителем (электричество, трансмиссионные связи).

Колебательные движения упругого или твердого тела характеризуются частотой (Гц/сек.) и амплитудой.

Основной показатель вредности вибрации при воздействии на биологический объект (рабочий) - виброскорость. Виброскорость - это результирующая величина взаимосвязи частоты и амплитуды, вычисляемая по формуле $V = 2\pi f \cdot a$, измеряемая в см/сек. Именно виброскорость является основным нормативным показателем для оценки условий работы при местной и общей вибрации (СП-96).

4. При воздействии вибрации на организм человека нет ни одной структуры, ни одного органа, в которых не возникали бы патологические изменения. Ведущими синдромами являются: вегетативный ангионевроз (нарушение микроциркуляции); вегетативный полиневрит (нарушение всех видов чувствительности); стойкие миофасцикулиты; деформация мелких и деструкция крупных суставов, нарушение функции вестибулярного аппарата, изменение слуха, гиперфункция щитовидной и паращитовидной желез.

При генерализации сосудистых изменений спазм или атония капилляров могут возникать в головном мозгу и в мышцах сердца, что проявляется в виде нарушения мозгового кровообращения и стенокардии.

Режим рабочего дня в условиях воздействия вибрации зависит от частоты последней. Если преобладают низкие и средние частоты, рабочий может находиться в зоне действия вибрации 45% от общей продолжительности рабочего дня; если преобладают высокие частоты, то 35%. Остальное время используется для смежных работ, не связанных с воздействием вибрации.

К медицинским профилактическим мероприятиям относятся; врачебный профотбор, периодические профосмотры, витаминотерапия, УФ-облучение 2 раза в год, периодические направления в профилактории, санаторно-курортное лечение в условиях теплого сухого климата.

Специфическое воздействие комплекса витаминов С и В, связано с их основной биологической ролью. Витамин С обеспечивает резистентность и

тонус сосудистой стенки, обеспечивает нормальную проницаемость капилляров. Витамин В, регулирует нормальный процесс передачи нервного импульса.

Уф-облучение проводится два раза в год (осенне-зимний и зимне-весенний периоды). УФ-излучение оценивается как общеукрепляющий и закаливающий фактор и как фактор, нормализующий минеральный обмен.

10. В профосмотре должны участвовать терапевт, невропатолог, лор-специалист и по показаниям эндокринолог.

Из инструментальных исследований необходимо проводить капилляроскопию ногтевого ложа, тональную аудиометрию, иногда Р-графию локтевого и голеностопного суставов.

Условия работы неблагоприятные, т.к. имеет место превышение виброскорости в частотах от 31,5 до 500 гц, в том числе существенное превышение в диапазоне 31,5-250 гц, считающимися наиболее опасными в плане развития вибрационной болезни. Для предупреждения возникновения у рабочих вибрационной болезни необходимо осуществление комплекса профилактических мероприятий.

Литература основная:

1. Алексеев С.В., Усенко В.Р. «Гигиена труда».-М., 1988. Гл.8, С.135-150; гл.9, С.150-168, гл. 10, С. 167-176, гл. 19, С. 310-325, С. 576.
2. Гигиена труда/ Под редакцией В.К. Навроцкого.- М., 1974. Гл.6, С.117 - 136;гл. 15, С.289-305.
3. Гигиена/ Под редакцией Г.И. Румянцев.- М., 2000. Гл.8, С.494-513.
4. Пивоваров Ю.П., Королик В.В., Зиневич Л.С. «Гигиена и основы экологии человека».- М., 2004. Гл. 5, С.342-359.
5. Пивоваров Ю.П. «Руководство к лабораторным занятиям по гигиене и экологии человека».- М.,2006. Раздел 4, С.226-247.
6. Руководство к практическим занятиям по гигиене труда / Под редакцией В.Ф. Кириллова. Гл. , С.83-111, С.186-200; гл.14, С.249-268, С. 400.

Литература дополнительная:

1. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. Вибрация и защита от неё. М.: Ред. журнала «Охрана труда и социальное страхование», 2001.- 230 с.
2. Журнал «Медицина труда и промышленная экология» 1997-2003 г.

Оглавление:

1. Производственный шум.....	5
1.1 Классификация производственного шума.....	5
1.2.Источники производственного шума.....	6
1.3. Биофизика слухового восприятия.....	8
1.4. Действие шума на организм.....	11
1.5. Гигиеническое нормирование шума на организм.....	14
1.6. Профилактические мероприятия от воздействия производственного шума.....	17
1.6.1. Технические средства.....	17
1.6.2. Архитектурно-планировочные мероприятия.....	19
1.6.3. Медико-профилактические.....	19
2. Производственный ультразвук.....	20
2.1. Источники производственный ультразвука.....	21
2.2. Области использования ультразвука.....	22
2.3. Действие ультразвука на организм.....	24
2.4. Профилактические мероприятия от воздействия производственного ультразвука.....	25
2.4.1. Гигиеническое нормирование ультразвука.....	25
2.4.2. Технические мероприятия.....	26

2.4.3. Организационные и медико-профилактические.....	27
3. Производственный инфразвук.....	27
3.1. Источники инфразвука.....	28
3.2. Биологическое действие инфразвука.....	29
3.3. Гигиеническое нормирование и меры защиты от воздействия производственного инфразвука.....	30
4. Производственная вибрация.....	33
4.1. Классификация производственной вибрации.....	33
4.2. Источники производственной вибрации.....	36
4.3. Сопутствующие факторы при воздействии вибрации.....	39
4.4. Действие вибрации на организм.....	40
4.5. Вибрационная болезнь	42
4.6. Профилактические мероприятия.....	47
4.6.1 Гигиеническая нормирование.....	47
4.6.2. Гигиеническая регламентация	52
4.6.3. Санитарно- технические мероприятия.....	57
4.6.4. Режим труда.....	58
4.6.5. Лечебно-профилактические мероприятия.....	59
5. Тестовый контроль по теме «Производственный шум, ультразвук, инфразвук».....	61
6. Эталон ответов.....	65
7. Тестовый контроль по теме «Производственная вибрация».....	66
8. Эталон ответов.....	69
9. Типовая ситуационная задача по теме «Промышленная пыль» с эталоном ответа.....	69
10. Типовая ситуационная задача по теме «Промышленная вибрация» с эталонном ответа.....	72
11. Список литературы.....	74
12. Содержание	75

