

Медико-биологические основы опасных и вредных факторов на производстве

Лекция 5

Шум

Шумом называется нежелательный звук или совокупность беспорядочно сочетающихся звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих неблагоприятное воздействие на организм и мешающих его жизнедеятельности.

В настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства или среды обитания человека, где шум не был бы в числе ведущих вредных факторов:

Литейные и металлообрабатывающие производства, лесозаготовительные и строительные работы, добыча полезных ископаемых, текстильная и деревообрабатывающая промышленность — далеко не полный перечень производства, где шум превышает допустимые уровни.

Источниками шума могут быть колебания, возникающие при соударении, трении, скольжении твердых тел, истечении жидкостей и газов.

Источниками колебаний являются **работающие станки, ручные механизированные инструменты (электрические и пневматические пилы, отбойные, рубильные молотки, перфораторы), электрические машины (генераторы, электродвигатели, турбины), компрессоры, кузнечно-прессовое оборудование, подъемно-транспортное, вспомогательное оборудование (вентиляционные установки, кондиционеры), лифты, транспортные средства (автомшины, поезда, самолеты), музыкальные инструменты.**

Интенсивный шум в результате развития утомления у работников приводит к снижению производительности труда от 2,5 до 16%.

По физической сущности шум — это механические колебания частиц упругой среды.

Физическое понятие о звуке охватывает как слышимые, так и неслышимые колебания упругих сред.

Акустические колебания, лежащие в зоне от 16 Гц до 20 кГц, воспринимаемые человеком с нормальным слухом, называются звуковыми, т.е. шумом, с частотой ниже 16 Гц — инфразвуком, а выше 20 кГц ультразвуком.



Источник 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, что в миллион раз выше первоначальной интенсивности звука.

В производственных помещениях время реверберации должно быть предельно маленьким.

Если на пути распространения звуковая волна встречает препятствие, она может огибать его.

Это явление называется дифракцией.

В случае низкочастотного источника звука большая часть энергии звука вследствие дифракции распространяется за пределы преграды. Высокочастотное излучение дает за преградой четкую акустическую тень.

При проходе 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 акустиками и строителями при расчете технических средств защиты от шума.

Воздействие шума на организм человека

Действие шума приводит к развитию преждевременного утомления, снижению работоспособности, повышению заболеваемости и инвалидности.

С физиологических позиций звук — это ощущение, возникающее в ухе человека в результате давления частиц упругой среды (воздуха).

Ухо человека может воспринимать и анализировать звуки в широком диапазоне частот и интенсивностей.

Область слышимых звуков ограничена так называемыми порогами: **нижний — это порог слышимости**, т.е. едва слышимые звуки различной частоты, **верхний — порог болевого ощущения**, при котором нормальное

Болевым порогом или порогом переносимости принято считать звук интенсивностью 140 дБ.

Звуковые ощущения оценивают и по порогу дискомфорта (появлению ощущения щекотания, касания, слабой боли в ухе), наблюдаемого при уровне звукового давления более 120 дБ.

Верхний болевой порог неодинаков у различных людей. Уровни воздействия



Субъективно воспринимаемую величину звука называют **его громкостью**.

Громкость является функцией интенсивности звука, частоты, времени действия физиологических особенностей слухового анализатора.

Интенсивность звука субъективно ощущается как громкость, а частота определяет высоту тона.

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

Наиболее неблагоприятным шумом следует считать прерывистый шум с преобладанием высокочастотного спектра.

Воздействие шума на организм нередко сопровождается одновременным влиянием других вредных факторов, которые усиливают воздействие основного фактора. Крайне неблагоприятно для человека сочетание влияния **шума и нервно-психических нагрузок.**

Превышение ПДУ вибрации на 1 дБ увеличивает потерю слуха на 1%. Одновременное влияние шума и нагревающего микроклимата (как минимум, температуры воздуха) приводит к более частому возникновению гипертонической болезни и в целом к увеличению показателей общей заболеваемости с временной утратой трудоспособности, включая заболевания язвенной болезнью ЖКТ, язвенным колитом, ишемической болезнью сердца.

Если работник находится в условиях одновременного воздействия шума и некоторых химических растворителей, эффект неблагоприятных последствий от них может быть взаимно усилен.

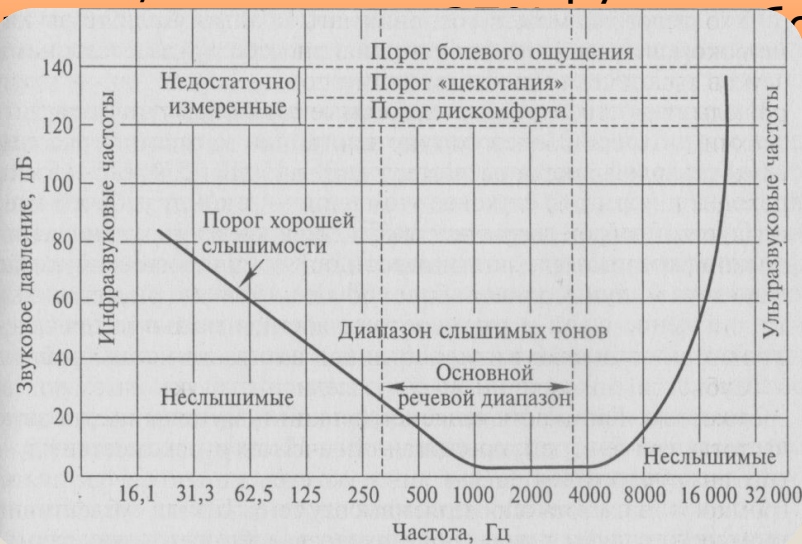
Главным заболеванием, которое развивается у лиц, подвергающихся неблагоприятному влиянию шума, следует считать **сенсоневральную (нейросенсорную) тугоухость**.

Распространенность сенсоневральной тугоухости достаточно высока. По данным ВОЗ это заболевание профессионального характера по частоте стоит на первом месте и встречается у 10 — 20% работников.

В нашей стране ее удельный вес среди всех профессиональных заболеваний по официальным данным составляет 12 — 15% и постепенно увеличивается.

Фактически численность работников с профессиональной сенсоневральной тугоухостью много больше.

По некоторым данным, если параметры шума на рабочих местах равны 85 дБА, то количество трудящихся, имеющих данное заболевание, составляет 10% работников, а при шуме в 120 дБА — 50%.



Воздействие звука высокой интенсивности вызывает притупление слуха. Порог слышимости — минимальный уровень звука, который еще различим. Обычно различают три вида притупления слуха в результате воздействия сильного шума:

- временное повышение порога слышимости (ВПП) — это кратковременное повышение порога, начиная с которого ухо слышит звуки, снижающееся затем до первоначального значения;
- устойчивое повышение порога слышимости (УПП) — долговременное следствие воздействия шума, когда потеря слуха не восстанавливается;
- акустическая травма, возникающая в результате одноразового, как правило, кратковременного воздействия чрезвычайно интенсивного шума, как, например, звука выстрела или взрыва.

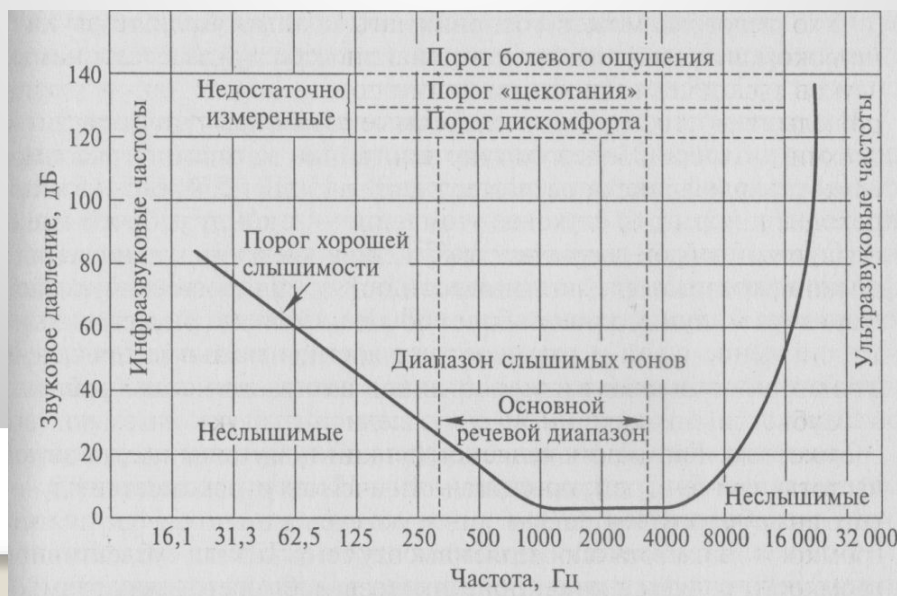
Кроме патологических изменений можно выделить следующие проявления неблагоприятного воздействия шума на организм— **снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления.**

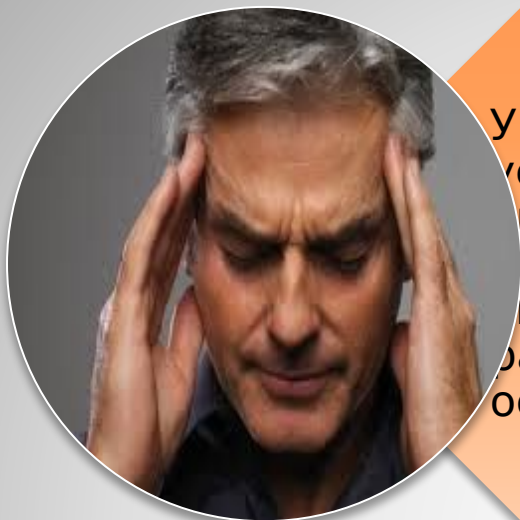
Приобретает особую значимость то, что шум, являясь информационной помехой для высшей нервной деятельности в целом, оказывает неблагоприятное влияние на протекание нервных процессов и способствует развитию утомления, так как шум увеличивает напряжение физиологических функций в процессе труда и тем самым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

выделяют **три стадии**: а) **слуховую адаптацию** — к концу рабочей смены слуховой порог возрастает на 10 — 15 дБ, но через 3 — 5 мин приходит к норме;

б) **слуховое утомление** — к концу рабочей смены слуховой порог возрастает на 15 дБ, а время восстановления функции анализатора затягивается до 1 ч;

в) **прогрессирующая тугоухость** — шум с уровнем более 80 дБ. Сроки возникновения сенсоневральной тугоухости следующие: минимальный 5 — 7 лет, средний — 10 — 12 лет и максимальный от 15 лет и более.





У лиц, систематически пребывающих в условиях воздействия интенсивного шума вначале появляются жалобы на головную боль, головокружение, шум в ушах, быструю утомляемость, раздражительность, общую слабость, ослабление памяти, понижение слуха.



При медицинском осмотре наблюдаются дрожание (тремор) пальцев, век, шатавание, снижение коленных и локтевых рефлексов, неустойчивость пульса, повышение артериального давления.

Могут быть отмечены нарушения функции желудка, обменных процессов.

Развитие 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.

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.

Критерием установления профессиональной потери слуха является его потеря на оба уха: потеря слуха на 11 — 20 дБ в речевых частотах 50 — 2000 Гц и восприятие шепотной речи на расстоянии 4 — 5 м.

Описанная картина иногда называется **«шумовой болезнью»**.

В нее входят, как минимум, функциональные нарушения сердечно-сосудистой, центральной нервной и эндокринной систем организма и обязательно сенсоневральная тугоухость.

Гигиеническое нормирование и профилактика

Мероприятия по борьбе с шумом могут быть архитектурно-планировочными, технологическими, организационными и медико-профилактическими.

Основой всех правовых, организационных и технических мер по снижению производственного шума является гигиеническое нормирование его параметров с учетом влияния на организм. В зависимости от частоты и нервно-психических нагрузок ПДУ шума колеблется от 50 до 80 дБ.

При разработке новых технологических процессов, при проектировании, изготовлении, эксплуатации оборудования используются такие документы как ГОСТ 12.1.003 — 83 «ССБТ. Шум, общие требования безопасности» и санитарные нормы СН 2.24,2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

Регламентированные дополнительные перерывы следует рекомендовать с учетом уровня шума, его спектра и наличия индивидуальных средств защиты.

Отдыхать во время этих перерывов необходимо в специально оборудованных помещениях; в комнатах для приема пищи также должны быть оптимальные акустические условия (уровень звука не выше 50 дБА).

Для профилактики вредного действия шума лица, подвергающиеся его воздействию, подлежат обязательным предварительным, при приеме на работу, и периодическим медицинским осмотрам.

При поступлении на работу противопоказаниями к приему являются стойкое снижение слуха, хронические заболевания уха, нарушение функции вестибулярного аппарата и др.

Периодические осмотры работников шумных цехов проводят отоларинголог, невропатолог, терапевт с обязательным исследованием слуха (аудиометрия).

Частота осмотров находится в зависимости от уровней шума на рабочих местах (1 раз в год или в 2 — 3 года).

Обнаружение сенсоневральной тугоухости со значительной степенью снижения слуха является противопоказанием для продолжения работы в шумном производстве.

Инфразвук

Инфразвуком называют неслышимые акустические колебания с частотой ниже 20 Гц. На производстве он возникает в результате тех же процессов, что и шум слышимых частот, а именно:

турбулентности, резонанса, пульсации и возвратно-поступательного движения.

Вследствие этого инфразвук, как правило, сопровождается слышимом шумом.

С инфразвуковыми колебаниями работники имеют контакты при управлении транспортными средствами, обслуживании оборудования по плавке металла, компрессоров, портовых кранов.

Биологическое действие



Инфразвук оказывает выраженное биологическое действие на функции внутренних органов в связи с тем, что его частота может совпадать с частотой колебаний внутренних органов и тем самым оказывать на них влияние.



Инфразвук с частотой 8 Гц наиболее опасен для человека, так как при достаточной интенсивности такого шума возможно его влияние на α -ритм биотоков мозга.



При частоте 1 — 3 Гц возможна кислородная недостаточность вследствие нарушения ритма дыхания, при 5 — 9 Гц появляются болезненные ощущения в грудной клетке и нижних областях живота.



Контактирующие с инфразвуком жалуются на раздражительность, головную боль, тошноту, беспокойство, чувство страха, увеличение частоты дыхания.

Инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах и может привести работников к возникновению профессиональной **сенсоневральной тугоухости**.

Таким образом, инфразвук 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.

Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

Гигиеническое нормирование и меры защиты

Нормативный документ «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» СН 2.2.4/2.18.583-96 определяет классификацию, характеристики и ПДУ инфразвука на рабочих местах, а также методы и условия его контроля.

О наличии инфразвука в производстве свидетельствуют:

- а) технологические признаки: высокая единичная мощность машин, низкое число оборотов, неоднородность или цикличность технологических процессов при обработке крупногабаритных деталей или больших масс сырья (мартены, конвертеры, горнодобывающая промышленность); флюктуации мощных потоков газов или костей (газодинамические или химические установки);
- б) конструктивные признаки: большие габариты двигателей, наличие замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (кабины наблюдения технологического оборудования); подвеска самоходных и транспортно-технологических машин;
- в) строительные признаки: большие площади перекрытий или ограждений источников шума (смежное расположение административных помещений с производственными); наличие замкнутых звукоизолированных объемов (кабин наблюдений оператора).

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является его снижение в источнике.

Существующие меры борьбы с шумом, как правило, неэффективны против инфразвуковых колебаний. Наиболее эффективными являются увеличение быстроходности оборудования, глушения на путях распространения.

В качестве индивидуальных средств защиты рекомендуется применение наушников, защищающих ухо от неблагоприятного действия сопутствующего шума.

Работающие должны проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в сроки и в объеме, установленных для условий воздействия производственного



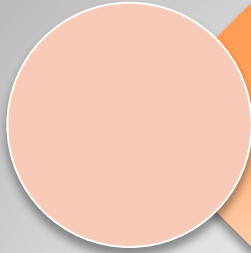


Инфразвуковое оружие — это оружие поражения, основанное на воздействии мощного инфразвук излучения мощных инфразвуковых колебаний с частотой ниже 16Гц.

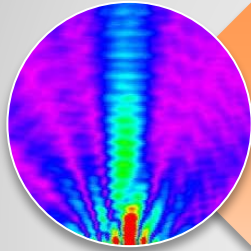
Инфразвуковое оружие

По данным иностранных источников, такие колебания могут воздействовать на центральную нервную систему и пищеварительные органы человека, вызывая головную боль и боль во внутренних органах, нарушая ритм дыхания. Инфразвук обладает также психотропным действием на человека, вызывая **потерю контроля над собой, чувство страха и паники.**

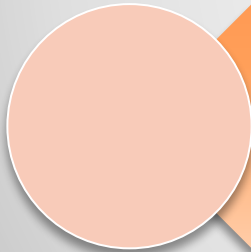
В качестве генераторов инфразвука используются ракетные двигатели, снабженные резонаторами и отражателями звука. Возможно использование двух звуковых генераторов с разностной частотой, воспринимаемой как инфразвук.



Ультразвуком называют неслышимые механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости. Весь ультразвуковой диапазон (20 кГц — 1000 МГц) можно условно разделить на низкочастотный (20 — 100 кГц), который распространяется воздушным и контактным путем, и высокочастотный (100 кГц — 1000 МГц), который распространяется только контактным путем.



Ультразвук имеет единую природу со звуком и одинаковые физико-гигиенические характеристики, т.е. оценивается по частоте колебаний и интенсивности.



Интенсивность ультразвука (уровень звукового давления) оценивается в децибелах.

Ультразвук

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

а) малая длина волны (менее 1,5 см) дает возможность получать направленный сфокусированный пучок большой энергии;

б) ультразвуковые волны способны давать отчетливую акустическую тень, так как размеры экранов всегда будут соизмеримы или больше длины волны;

в) проходя через границу раздела двух сред, ультразвуковые волны могут отражаться, преломляться или поглощаться;

г) ультразвук, особенно высокочастотный, практически не распространяется в воздухе, так как звуковая волна, распространяясь в среде, теряет энергию пропорционально квадрату частоты колебаний.

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 (генерация высокочастотного ультразвука с частотой до 10 КГц) или магнитострикционного преобразователя (генерация низкочастотного ультразвука).

Ультразвуковые установки и приборы в зависимости от частотной характеристики делят на две основные группы:

- 1) аппаратура, генерирующая низкочастотный ультразвук с частотой колебаний 11 — 100 кГц;
- 2) установки, в которых используется высокочастотный ультразвук с частотой колебаний в пределах 100 кГц— 100 мГц.

Работники предприятий могут иметь контакты с ультразвуком в следующих случаях: при очистке деталей от масел и окалины для защиты судов от обрастания, котлов и теплообменных аппаратов от накипи;

- при стирке тканей и шерсти;
- очистке воздуха от пыли, копоти, химических веществ;
- при механической обработке сверх-твердых и хрупких материалов — алмаза, стекла, керамики, ювелирных изделий;
- при обработке семян и борьбе с насекомыми и гусеницами.

В пищевой промышленности ультразвук используется при приготовлении сухого молока, замораживании его с целью длительного хранения, при эмульгировании жиров, извлечении вытяжки из печени; стерилизации инструментов, материалов и упаковок с пищевыми продуктами; при приготовлении вакцин и сывороток; для дефектоскопии металла, бетона, резины и других материалов и изделий из них; для исследования внутренних органов.

Биологическое действие ультразвука обусловлено его механическим, тепловым и физико-химическим действием. Звуковое давление в ультразвуковой волне может меняться в пределах + 303,9 кПа (3 атм).

Отрицательное давление приводит к возникновению внутри тканевой жидкости полостей и разрывов.

Это приводит к деполяризации и деструкции молекул, вызывает их ионизацию.

Влияние на организм человека

Тепловое действие ультразвука связано в основном с поглощением акустической энергии.

Тепловой эффект, производимый ультразвуком, может быть очень значительным: при интенсивности ультразвука 4 Вт/см^2 и воздействии его в течение 20 с температура тканей на глубине 2-5 см повышается на $5-6^\circ\text{C}$.

Эффект действия ультразвука зависит от его интенсивности. Ультразвук малой (до $1,5 \text{ Вт/см}^2$) и средней ($1,5 - 3 \text{ Вт/см}^2$) интенсивности вызывает в тканях положительные биологические эффекты, стимулирует протекание физиологических процессов.



Ультразвук большой интенсивности (3 — 10 Вт/см²) оказывает вредное воздействие как на отдельные органы, так и на весь организм.



Профессиональное заболевание, которое развивается от воздействия ультразвука, называется вегетативно-сенсорной полиневропатией (ангионеврозом) рук. Оно развивается в результате контакта рук работника с оборудованием, генерирующим ультразвуковые колебания.



Первые жалобы пострадавшие предъявляют на зябкость рук, боли в кистях, ползание «мурашек», которые возникают после двух — трех лет работы. На медицинском осмотре обнаруживаются синюшность кожи рук, понижение чувствительности, ломкость ногтей, уменьшение объема мышц на руках. Впоследствии возможны утолщения пальцев, помутнение ногтей на руках.



Данные признаки заболевания сопровождаются головными болями, головокружениями, общей слабостью, быстрой утомляемостью, расстройством сна, раздражительностью.



Ультразвук по сравнению с шумом в меньшей степени влияет на функцию слухового анализатора. Однако наблюдается функциональное расстройство слуха, которое может закончиться развитием сенсоневральной тугоухости.

Основу профилактики составляет гигиеническое нормирование. Гигиенические регламенты ультразвука отражены в СанПиН 2.2.4/2.1.8582-96 «Гигиенические требования при работе с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения» и ГОСТе 12.1.001 — 89 «Ультразвук. Общие требования безопасности».

Допустимые уровни ультразвука в зонах контакта рук и других частей тела оператора с рабочими органами приборов и установок (контактное озвучивание) не должны превышать 110 дБ.

Кроме того, можно оценивать ультразвук при контактной передаче по интенсивности, в этом случае допустимый уровень составляет 0,1 Вт/см².

Гигиеническое нормирование и профилактика

Существенное значение для улучшений условий труда имеет предупредительный санитарный надзор в целях разработки безопасной ультразвуковой техники.

Завод изготовитель в эксплуатационной документации производственного оборудования должен указывать ультразвуковую характеристику, в которой приведены уровни звукового давления этого оборудования, измеренные в контрольных точках вокруг него.

Организационные мероприятия заключаются в соблюдении режима труда и отдыха (при контакте с ультразвуком более 50% рабочего времени рекомендуется делать перерывы продолжительностью 15 мин через 1,5 ч работы) и запрещении сверхурочных работ.

Для предупреждения указанных нарушений здоровья установлены предварительные перед поступлением на работу и периодические раз в год медицинские осмотры.

На работах при контакте с ультразвуком нельзя работать лицам, имеющим заболевания периферической нервной системы и сосудов. Заболевшим рекомендуется временное отстранение от работы на оборудовании с ультразвуковыми колебаниями и лечение, а при безуспешном исходе — перевод на работу вне контакта с ультразвуком.

При лечении значительный положительный эффект дает комплекс физиотерапевтических процедур (массаж, УФ-излучение, водные процедуры, витаминизация).