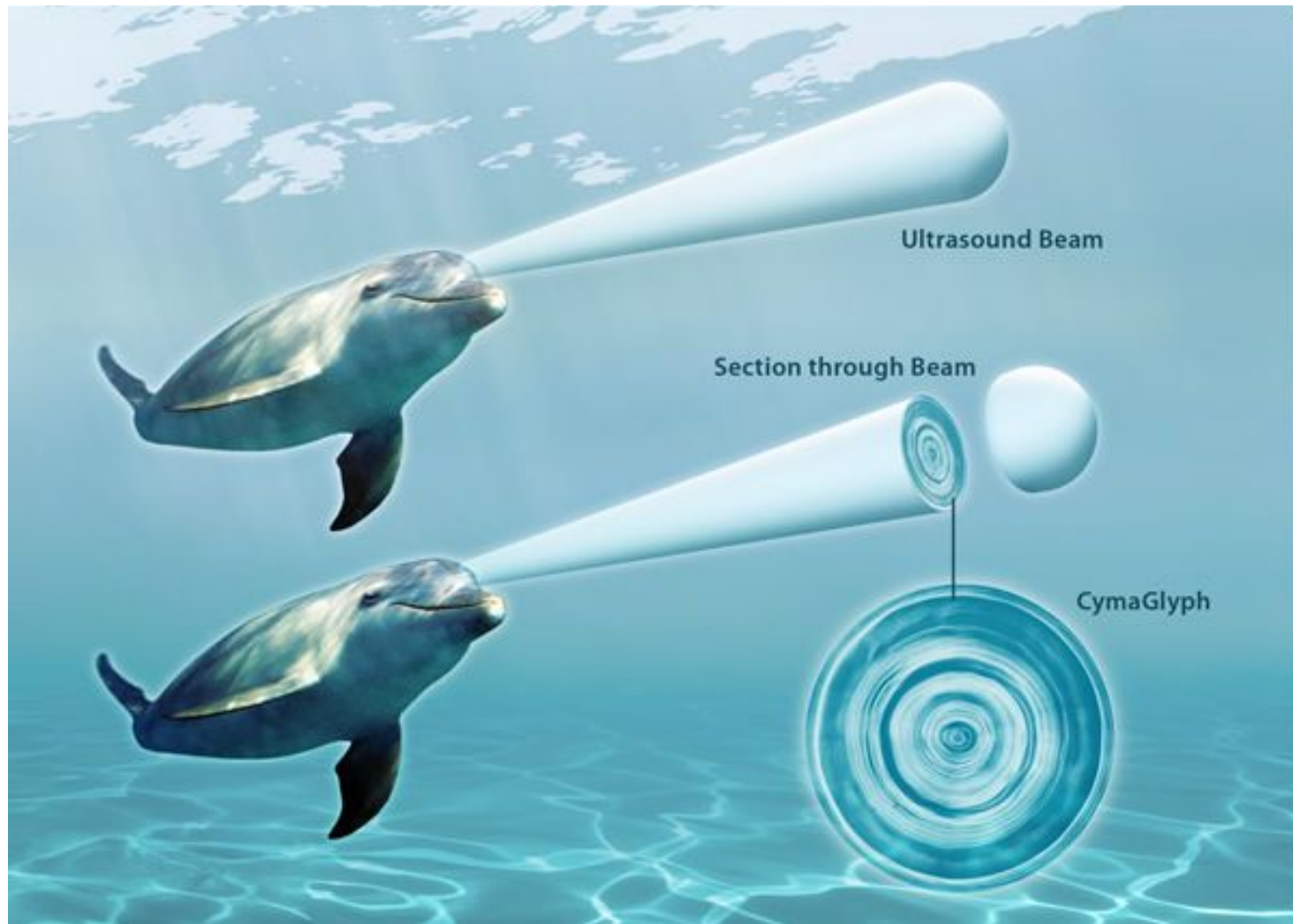


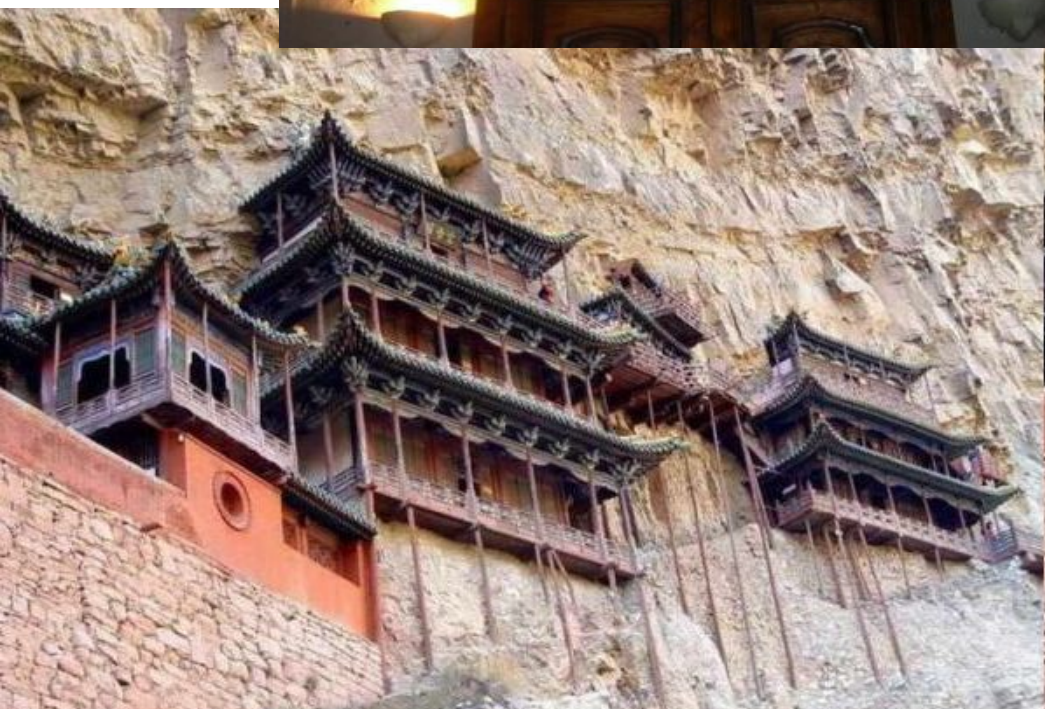
Тема лекции 14. Основные сведения об ультразвуке, источники ультразвука



План лекции

1. Основные сведения об ультразвуке, источники ультразвука.
2. Действие ультразвука на человека.
3. Классификация ультразвука.
4. Нормирование ультразвука.
5. Приборы и методы контроля характеристик ультразвука.
6. Методы борьбы с ультразвуком.

Ультразвук - область акустических колебаний с частотой выше 20 кГц, неслышимых человеческим ухом.



В одном из древних китайских храмов до настоящего времени хранится таз с ручками, обладающий удивительным свойством. Стоит налить в него воду и слегка потереть ручки, как вода словно вскипает, хотя остается холодной. Чудо это разгадано. При трении ручек возникают невидимые глазом высокочастотные колебания стенок таза. Они-то и вызывают «кипение» налитой в таз воды. Виновником чуда оказался **ультразвук**.



По своей природе ультразвуковые волны ничем не отличаются от звуковых волн слышимого диапазона. Распространение ультразвука подчиняется основным законам, общим для акустических волн любого диапазона частот.

Вместе с тем **ультразвук, обладая высокими частотами и, следовательно, малыми длинами волн, характеризуется особыми свойствами. Из-за малых длин ультразвуковые волны легче сфокусировать и соответственно получать более узкое и направленное излучение, т.е. сосредоточивать всю энергию ультразвука в нужном направлении и концентрировать ее в небольшом объеме.**

Источниками ультразвука являются все виды технологического оборудования, **ультразвуковые приборы и аппараты** промышленного, медицинского и бытового назначения, генерирующие ультразвуковые колебания.



Модель HS2307i

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ПРИБОР
* для ухода за кожей лица *





В настоящее время ультразвук широко применяется в различных отраслях экономики: геологии, медицине, металлургии, химической промышленности, машиностроении, радиоэлектронике и др.

Низкочастотные ультразвуковые волны (до 100 кГц), распространяющиеся контактным или воздушным путем, применяют для активного воздействия на вещества и технологические процессы: очистка, обеззараживание, сварка, механическая и термическая обработка материалов, коагуляция аэрозолей и многие другие.

В медицине ультразвук применяется для диагностики заболеваний, микромассажа тканей, ультразвуковой хирургии, стерилизации инструментария др.



Ультразвуковая хирургия
катаракты



Ультразвуковой стерилизатор



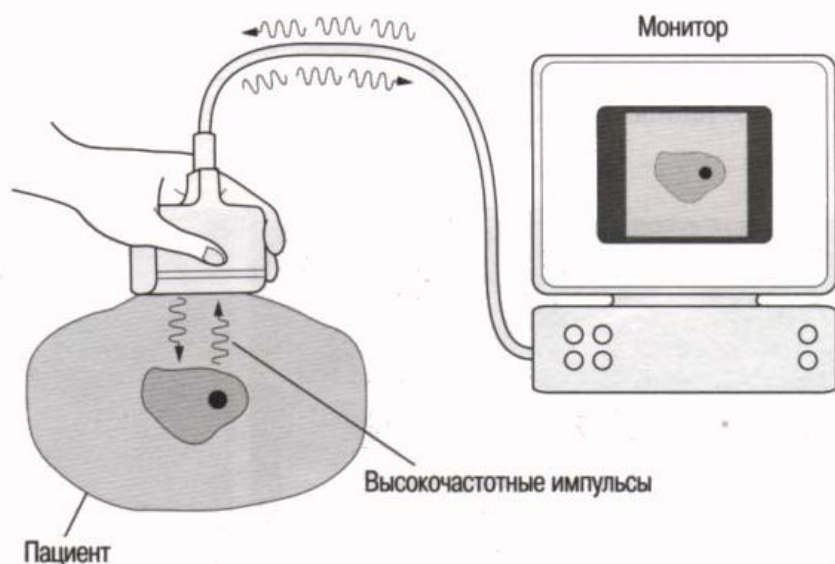
Ультразвуковой пилинг

При пропускании ультразвуковых колебаний через исследуемую деталь можно обнаружить в ней дефекты по характерному рассеянию пучка и по появлению ультразвуковой тени. На этом основана целая отрасль науки - **ультразвуковая дефектоскопия**.



Ультразвуковой дефектоскоп «Монолит –А»

Для неразрушающего контроля и в медицине — для диагностики и лечения различных заболеваний используется высокочастотный ультразвук (от 100 кГц до 100 МГц), распространяющийся исключительно контактным путем.



Действие ультразвука на человека

Ультразвуковые волны могут вызывать в организме человека различные биологические эффекты, характер которых определяется:

- 1) характеристиками ультразвуковых колебаний:
 - интенсивностью;
 - частотой;
 - временными параметрами (постоянный, импульсный);
- 2) длительностью воздействия;
- 3) чувствительностью тканей человека.

Эффекты, вызываемые ультразвуком в организме человека, условно подразделяются на:

- физико-химические, связанные с ускорением процессов диффузии через мембраны, изменением скорости биологических реакций;
- термические, проявляемые в результате выделения тепла при поглощении тканями энергии ультразвуковых колебаний;
- эффекты, связанные с возникновением в тканях ультразвуковой кавитации (от лат. cavitos - пустота), т. е. с образованием и последующим захлопыванием парогазовых пузырьков.

Происходящие под воздействием ультразвука изменения в организме человека имеют общие закономерности: **малые интенсивности стимулируют, активируют, средние и большие угнетают, тормозят и могут полностью подавлять функции.**

При воздействии на человека контактного ультразвука низкой интенсивности (до $1,5^2$ Вт/см) происходит ускорение обменных процессов в организме, легкий нагрев тканей, микромассаж. Морфологических изменений внутри клеток не происходит.

Ультразвук средней интенсивности ($1,5... 3,0$ Вт/см²) за счет увеличения переменного звукового давления вызывает обратимые реакции угнетения, в частности нервной ткани.

Контактный ультразвук высокой интенсивности ($3,0... 10,0$ Вт/см²) вызывает необратимые реакции угнетения, переходящие в процесс полного разрушения клеток.

Кавитация приводит к разрыву молекулярных связей, что является первопричиной окисляющего действия ультразвука. Подобным образом происходит расщепление под действием ультразвука высокомолекулярных соединений в биологических объектах, например нуклеиновых кислот, белковых веществ.



Ультразвуковые колебания, генерируемые в импульсном режиме, оказывают менее выраженное, более мягкое действие на человека, чем постоянные колебания.

Действие ультразвука на организм человека приводит к изменениям **нервной системы, сердечно-сосудистой, эндокринной системах, слуховом и вестибулярном анализаторах и др.**

При систематическом воздействии интенсивного низкочастотного ультразвука наиболее характерным является наличие **вегетососудистой дистонии и астенического синдрома.**

Высокочастотный ультразвук вызывает, прежде всего, поражения **нейрососудистого, нейромышечного аппарата, изменение костной структуры в виде остеопороза, остеосклероза и других изменений дегенеративно-дистрофического характера.**

Лица, длительное время обслуживающие ультразвуковые установки, страдают также от **головных болей, головокружений, общей слабости, болевых ощущений в области сердца, ухудшения памяти.**

ПРОЯВЛЕНИЯ ВЕГЕТОСОСУДИСТОЙ ДИСТОНИИ



эмоциональная сфера -
снижение работоспособности,
внутреннее напряжение,
упадническое настроение,
плаксивость, расстройство сна

в сердечно-сосудистой системе: колебания артериального давления, нарушение частоты сердечных сокращений, боли в левой половине грудной клетки;

в дыхательной системе: ощущение нехватки воздуха, одышка, удушье, затруднённый вдох, учащённое и форсированное дыхание;

в желудочно-кишечной системе: тошнота, рвота, метеоризм, изжога, отрыжка, запоры, поносы, боли в животе

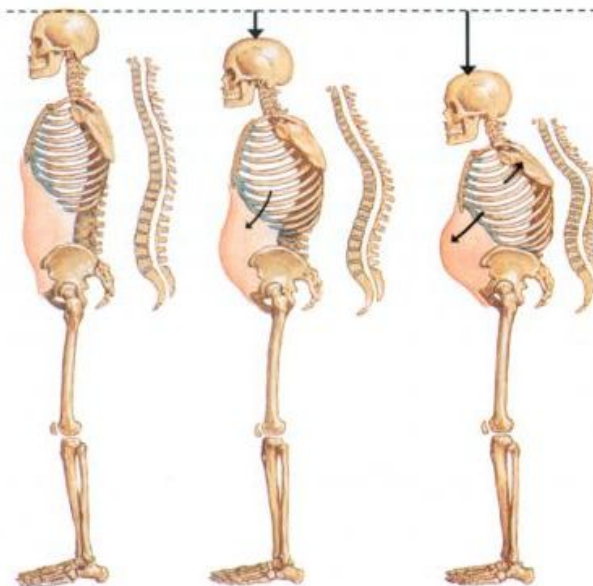
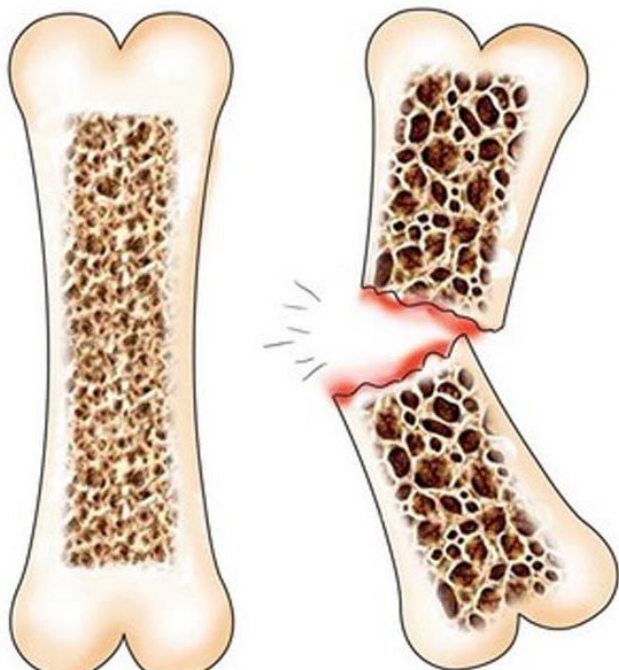
в терморегуляционной системе: ознобы, повышенная потливость, волны жара и холода

в вестибулярной системе: головокружения, обмороки;

в мочеполовой системе: учащённое мочеиспускание, зуд и боли в области гениталий

Астения (от др.-греч. — бессилие, слабость), астеническое состояние, астенический синдром, астеническая реакция, нервно-психическая слабость, синдром хронической усталости - болезненное состояние, проявляющееся повышенной утомляемостью и истощаемостью с крайней неустойчивостью настроения, ослаблением самообладания, нетерпеливостью, неусидчивостью, нарушением сна, потерей сознания, частичной потерей памяти, утратой способности к длительному умственному и физическому напряжению, непереносимостью громких звуков, яркого света, резких запахов.





остеопороз



Остеопорóз (лат. osteoporosis) — заболевание, связанное с повреждением (истончением) костной ткани, ведущее к переломам и деформации костей.

Остеосклероз — патологическое состояние, повышение костной плотности, проявляющееся в виде утолщения костных трабекул и компактного вещества кости.

В 1989 г. вегетативно-сенсорная полинейропатия рук, развивающаяся при воздействии контактного ультразвука, признана профессиональным заболеванием и внесена в список профзаболеваний.

Для полинейропатии, характерны боли по ходу нервов, чувство ползания мурашек в кистях, стопах, онемение в них. Кисти рук влажные на ощупь, зябнут.



www.office-hall.ru

Классификация ультразвука

Для унификации критериев и методов оценки условий труда СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения» установлена гигиеническая классификация ультразвука



Гигиеническая классификация

ультразвука

Классифицируемый признак	Характеристика классифицируемого признака
1. Способ распространения ультразвуковых колебаний	Контактный способ — ультразвук распространяется при соприкосновении рук или других частей тела человека с источником ультразвука, обрабатываемыми деталями, озвученными жидкостями и т.д. Воздушный способ — ультразвук распространяется по воздуху
2. Тип источников ультразвуковых колебаний	Ручные источники Стационарные источники
3. Спектральная характеристика ультразвука	Низкочастотный ультразвук — 16...63 кГц (указаны среднегеометрические частоты октавных полос); Среднечастотный ультразвук — 125...250 кГц; Высокочастотный ультразвук — 1,0...31,5 МГц
4. Режим генерирования ультразвуковых колебаний	Постоянный ультразвук Импульсный ультразвук

Нормируемыми параметрами воздушного ультразвука являются **уровни звукового давления**

Среднегеометрические частоты 1/3 октавных полос, кГц	Уровни звукового давления, дБ
12,5	80
16,0	90
20,0	100
25,0	105
31,5–100,0	110

Нормируемыми параметрами контактного ультразвука являются **пиковые значения виброскорости** или **ее логарифмические уровни**, определяемые по формуле:

$$L_v = 20 \lg \frac{v}{v_0},$$

где: v — пиковое значение виброскорости, м/с; v_0 — опорное значение виброскорости, равное $5 \cdot 10^{-8}$ м/с.

ПДУ контактного ультразвука для работающих

Среднегеометрические частоты октавных полос, кГц	Пиковые значения виброскорости, м/с	Уровни виброскорости, дБ
16,0–63,0	$5 \cdot 10^{-3}$	100
125,0–500,0	$8,9 \cdot 10^{-3}$	105
1000–31,5·10 ³	$1,6 \cdot 10^{-2}$	110

Приборы и методы контроля характеристик ультразвука

Общие требования к измерению ультразвука на рабочих местах установлены в СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96.

В соответствии с этим нормативным документом измерения уровней воздушного ультразвука производятся на постоянных рабочих местах или в рабочей зоне при типичных условиях эксплуатации оборудования, характеризующегося наиболее высокой интенсивностью генерируемых ультразвуковых колебаний.

При проведении измерений микрофон располагается на уровне головы и на расстоянии 5 см от уха человека, подвергающегося воздействию ультразвука, и на расстоянии 50 см от человека, проводящего измерения.

Измерения проводятся не менее 3-х раз в каждой третьоктавной полосе для одной точки и затем вычисляется среднее значение.

Для измерения воздушного ультразвука применяется следующая аппаратура: шумомеры для измерений в диапазоне частот до 50 000 Гц и до 100 000 Гц; микрофоны и полосовые фильтры.

Измерение уровней контактного ультразвука (значения виброскорости) производится в зоне контакта рук или других частей тела человека с источником ультразвуковых колебаний с помощью измерительного тракта, состоящего из: датчика, чувствительность которого позволяет регистрировать ультразвуковые колебания с уровнем колебательной скорости на поверхности не ниже 80 дБ; лазерного интерферометра; усилителя; схемы обработки сигналов, включающей фильтры низкой и высокой частоты; милливольтметра ВЗ-40; дифференцирующей цепочки и импульсного вольтметра Вч-12.

Лазерный интерферометр



Оценить интенсивность генерируемого контактного ультразвука можно также с помощью универсальных промышленных ультразвуковых дефектоскопов.



Универсальный ультразвуковой дефектоскоп UD2-3S предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов, полуфабрикатов, готовых изделий и сварных соединений, для измерения глубины и координат залегания дефектов, измерения толщины и скорости распространения ультразвуковых колебаний в материале.



Методы борьбы с ультразвуком

Ограничение воздействия на работающих ультразвука как неблагоприятного физического фактора производственной среды достигается применением организационно-технических, санитарно-гигиенических и медико-биологических мероприятий, дифференцированных с учетом частотно-амплитудных параметров, среды передачи.

Защита человека от действия воздушного ультразвука обеспечивается выполнением следующих мероприятий.

- Оборудование звукоизолирующими кожухами и экранами (в том числе прозрачными) стационарных ультразвуковых источников, генерирующих уровни звукового давления, превышающие нормативные значения. Звукоизолирующие кожухи изготавливают, как правило, **из листовой стали или дюралюминия (толщиной 1 мм) с обклейкой резиной или рубероидом, а также из трех слоев резины общей толщиной 3.. .5 мм.**
- Размещение ультразвуковых установок в специальных помещениях, выгородках или звукоизолирующих кабинах.
- Применение противошумов, если перечисленные выше мероприятия не позволяют получить необходимый эффект.

Ограничение неблагоприятного влияния ультразвука на персонал при контактном облучении достигается:

- Исключением непосредственного контакта человека с рабочей поверхностью источника ультразвука и с контактной средой во время возбуждения в ней ультразвуковых колебаний.
- Созданием автоматизированного ультразвукового оборудования.
- Применением дистанционного управления источниками ультразвука.
- Установлением автоблокировки, т.е. автоматического отключения источника ультразвука при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка продукции, нанесение контактных смазок и др.).

Установлением при систематической работе с источниками ультразвука (в течение более 50% рабочего времени) двух регламентированных перерывов:

- десятиминутный перерыв за 1-1,5 ч
- 15-минутный перерыв через 1,5-2 ч после обеденного перерыва для проведения профилактических процедур (тепловых гидропроцедур, массажа, ультрафиолетового облучения), а также лечебной гимнастики, витаминизации и т. п.
- Применением для защиты рук нарукавников, рукавиц или перчаток (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные).