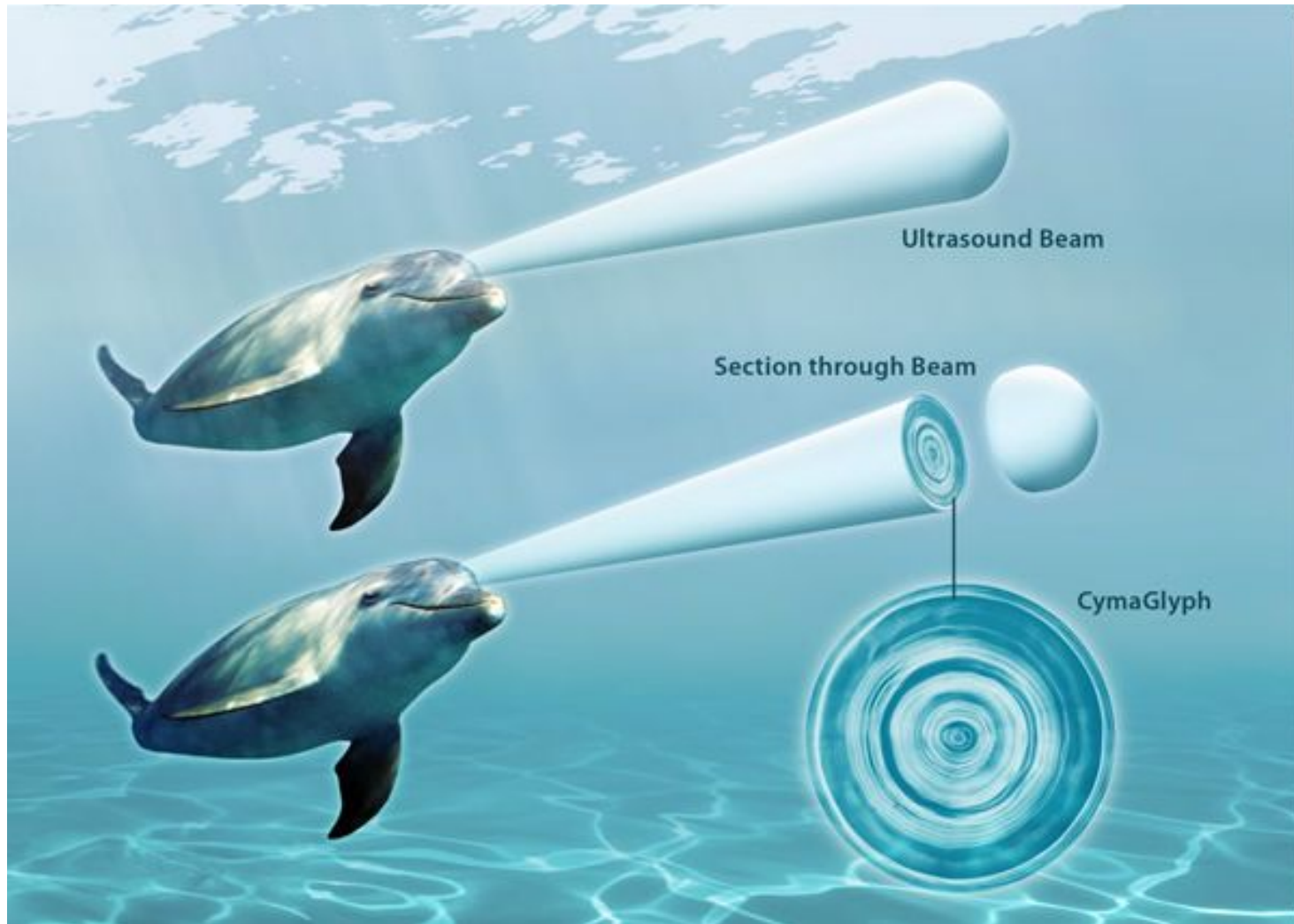


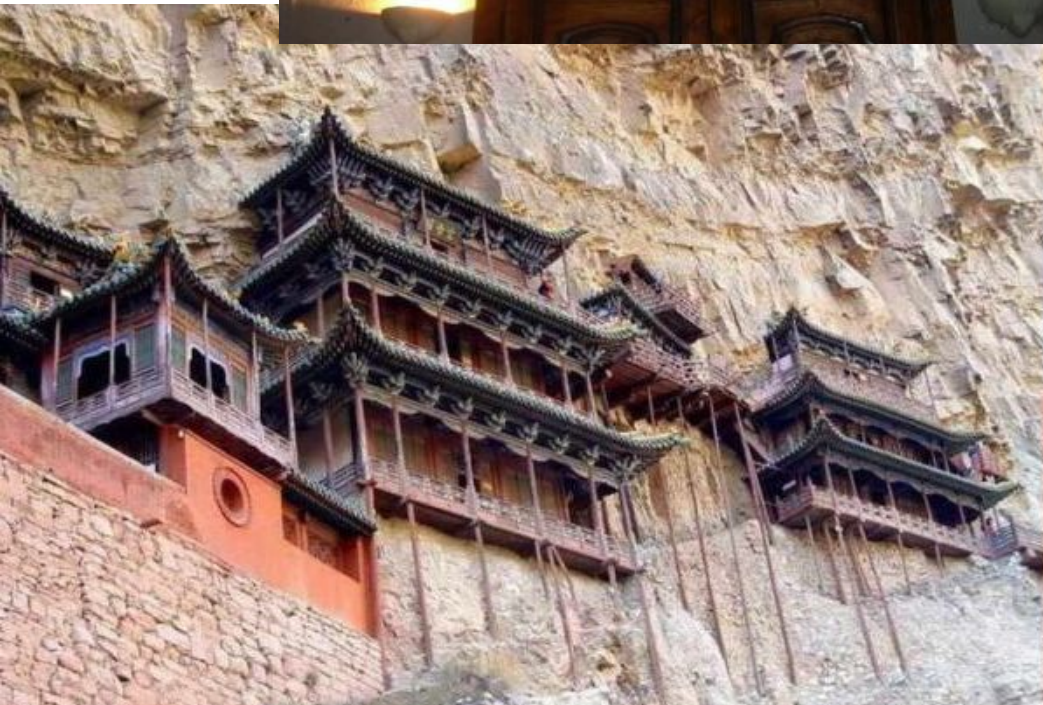
Тема лекции 14. **Основные сведения об
ультразвуке, источники ультразвука**



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

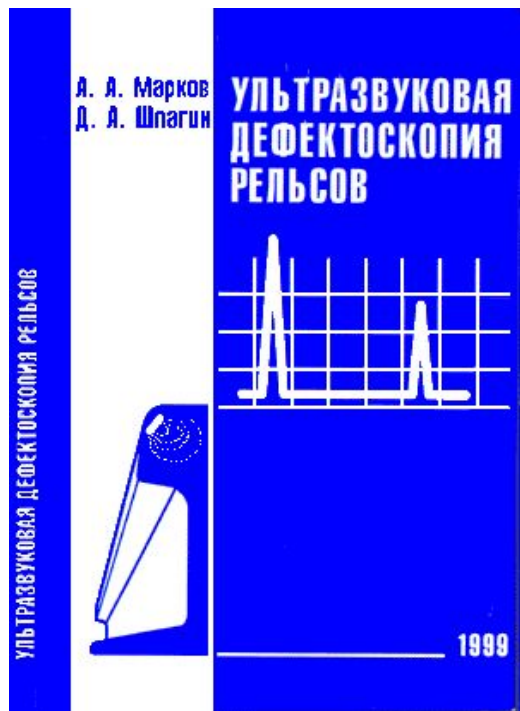


Ультразвуковой стерилизатор



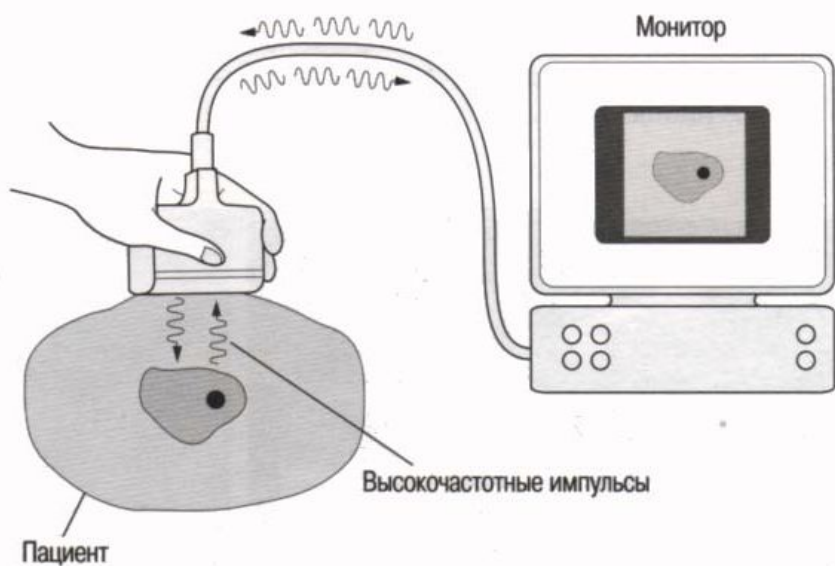
Ультразвуковой пилинг

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



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

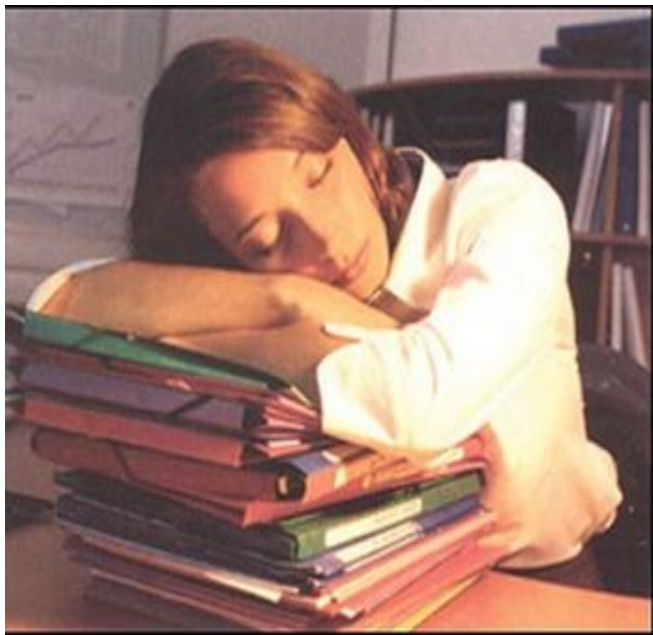
в терморегуляционной системе: ознобы, повышенная потливость, волны жара и холода

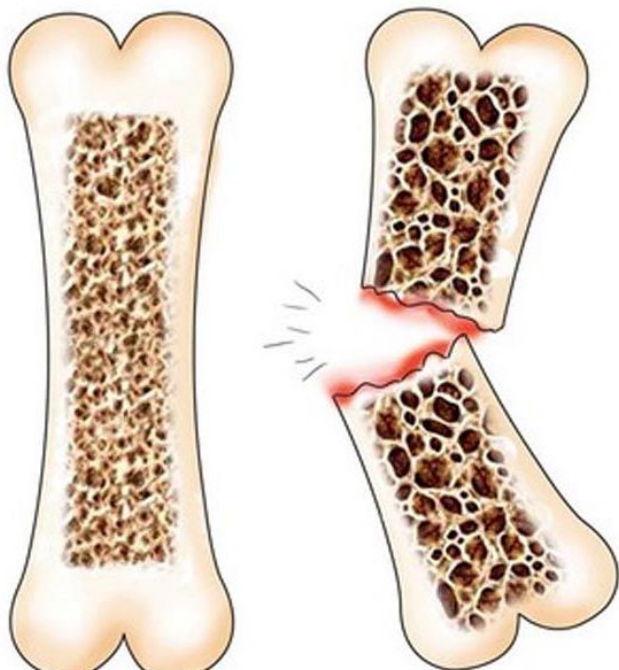
в вестибулярной системе: головокружения, обмороки;

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

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

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-hell.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

ультразвук

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– $31,5 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	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).