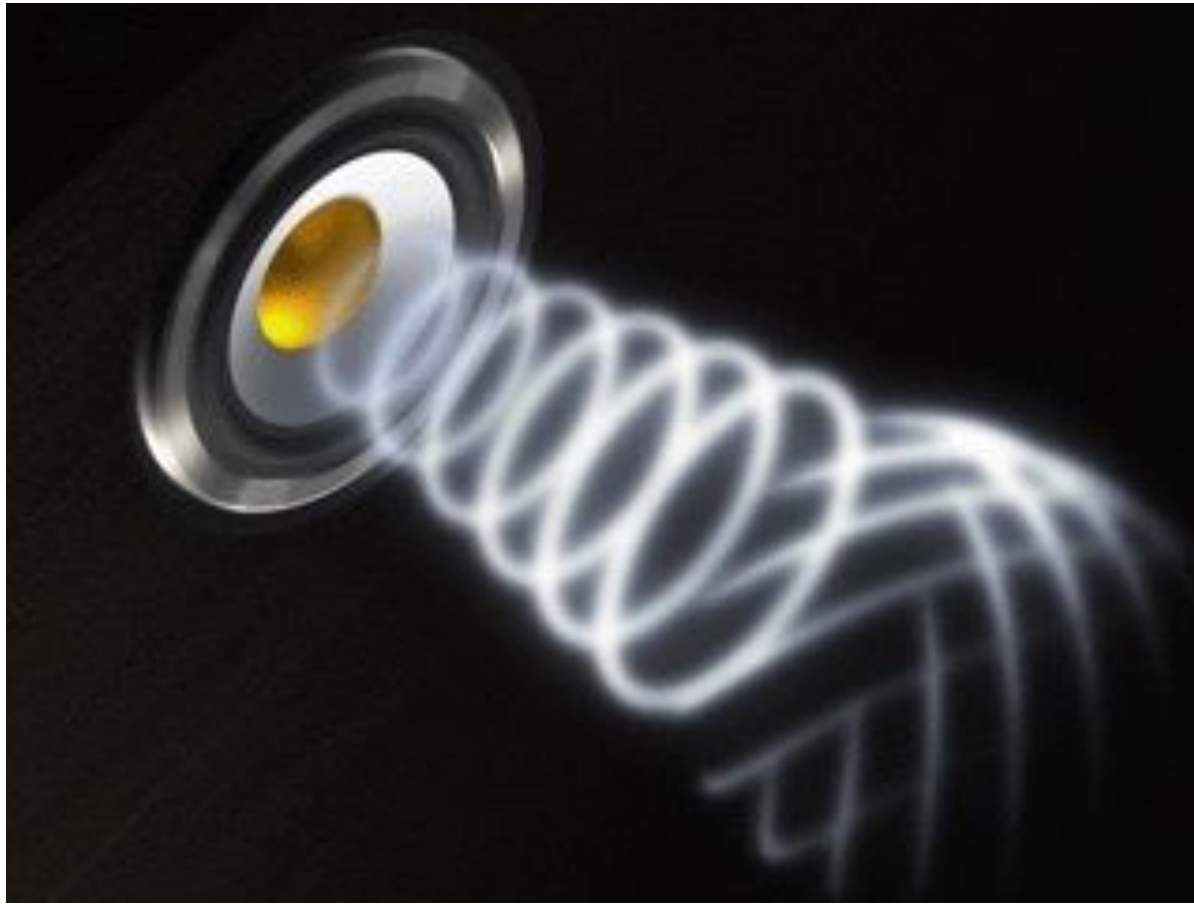


Тема лекции 13. Характеристика инфразвука, его источники на производстве.



План лекции

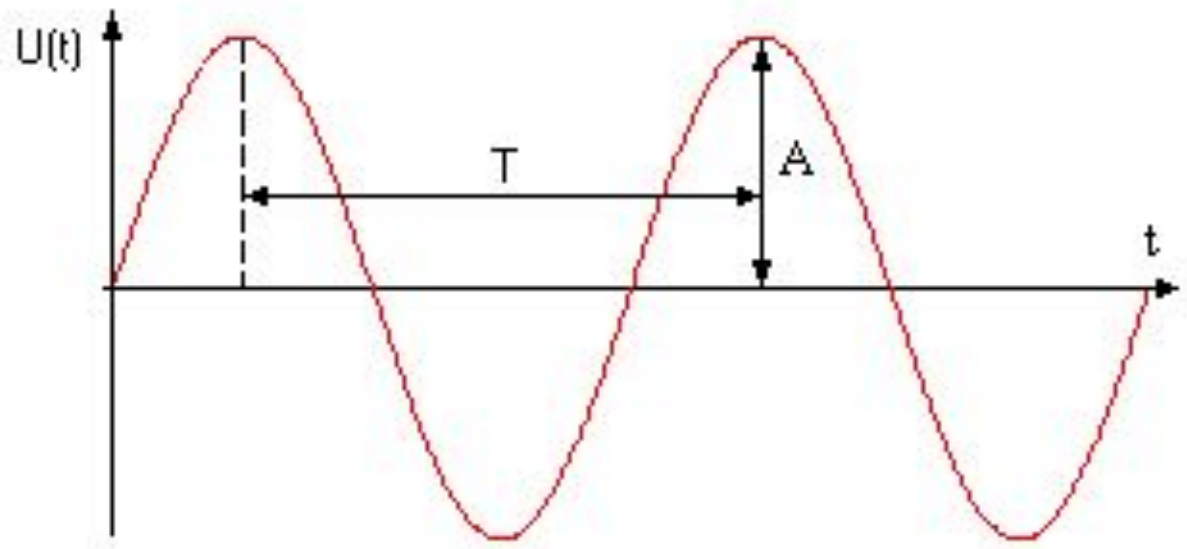
1. Характеристики инфразвука, источники инфразвука.
2. Классификация инфразвука.
3. Нормирование инфразвука.
4. Действие инфразвука на человека.
5. Приборы и методы контроля инфразвука.
6. Методы борьбы с инфразвуком.



Инфразвук	Слышимый звук	Ультразвук
менее 20 Гц	20Гц – 20000Гц	свыше 20кГц

Инfrasound (от лат. *infra* - ниже, под) - область колебаний с частотами, лежащими ниже полосы слышимых частот 20 Гц.

Характерной особенностью инфразвука в отличие от слышимого и ультразвукового диапазона является **большая длина волны и малая частота колебаний.**



Инфразвуковые волны мало поглощаются воздухом, **могут свободно огибать препятствия**, в результате чего **способны распространяться на большие расстояния.**

Данные особенности инфразвука затрудняют борьбу с ним, поскольку традиционные методы борьбы с шумом с помощью звукоизоляции и звукопоглощения мало эффективны.



Инфразвук создается различным оборудованием и возникает при:

- перемещении поверхностей больших размеров;





Инфразвук создается различным оборудованием и возникает при:

- наличии мощных турбулентных потоков жидкостей или газов;









- **Инфразвуковое оружие** - оружие, использующее в качестве поражающего средства достаточно сильный инфразвук. В зависимости от силы инфразвукового воздействия результаты могут быть от возникновения у объекта чувства страха, ужаса или паники и психозов на их почве до соматических расстройств (от расстройств зрения до повреждения внутренних органов, вплоть до летального исхода).



Доктор Ричард Валлаушек из Научно-исследовательского института акустики в Тироле возглавил работы по созданию излучателя, способного вызывать контузию или смерть. Его установка Schallkanone («Звуковая пушка») была готова в 1944 году. В центре параболического отражателя диаметром 3250 мм был установлен инжектор с системой зажигания, в которую подавались кислород и метан. Взрывчатая смесь газов поджигалась прибором через равные интервалы времени, создавая непрерывный грохот необходимой частоты. Люди, оказавшись на расстоянии ближе 60 метров от этой адской конструкции, тут же падали без сознания или умирали.



Еще один способ использования акустического оружия. Щиты на дороге, испускающие инфразвук, легко заменяют баррикады.

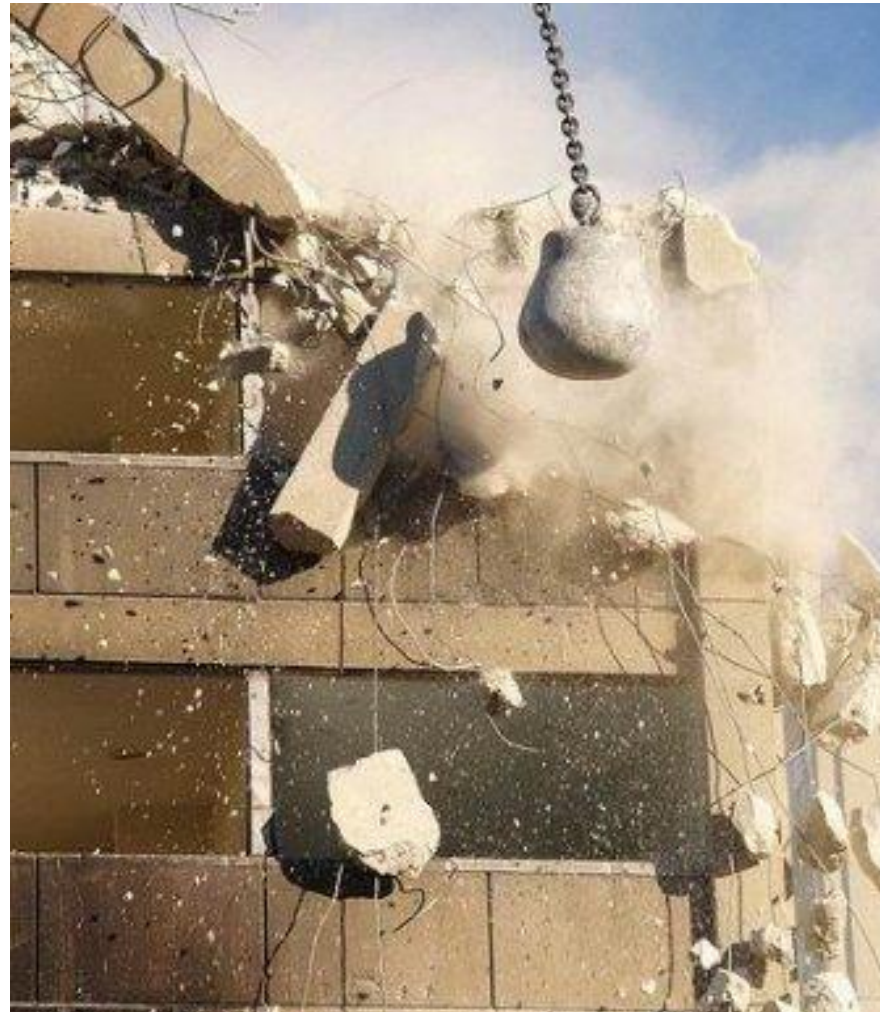
Инфразвук создается различным оборудованием и возникает при:

- работе машины высокой единичной мощности при сравнительно низком рабочем числе оборотов, ходов или ударов;



Инфразвук создается различным оборудованием и возникает при:

- ударном возбуждении конструкций;



Инфразвук создается различным оборудованием и возникает при:

- наличии замкнутых объемов, возбуждаемых динамически (например, кабины наблюдения за технологическим процессом);
- работе крупногабаритных двигателей и рабочих органов машин (например, карьерные экскаваторы).





В современном производстве и на транспорте источниками инфразвука являются компрессоры, промышленные вентиляционные установки и системы кондиционирования воздуха, турбины, доменные и мартеновские печи, тяжелые машины с вращающимися частями, двигатели самолетов и вертолетов, реактивные двигатели космических ракет, дизельные двигатели судов и подводных лодок и др.

Источниками высоких уровней инфразвука служат и наземные средства транспорта. Например, в кабинах движущихся легковых автомобилей уровни инфразвука достигают 100 дБ в диапазоне частот 9... 16 Гц при закрытом окне и 110-120 дБ в диапазоне от 2... 16 Гц при открытом окне.

Максимальные уровни инфразвука в компрессорных, мартеновских цехах, на предприятиях металлургической промышленности (вблизи доменных и сталеплавильных печей) составляют 82... 133 дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц.

Классификация инфразвука

В соответствии с классификацией, приведенной в **СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»**, инфразвук, воздействующий на человека, подразделяется:

1) по характеру спектра:

- широкополосный** инфразвук, с непрерывным спектром шириной более одной октавы;
- тональный** инфразвук, в спектре которого имеются слышимые дискретные составляющие. Тональный характер инфразвука устанавливают в октавных полосах частот по превышению уровня в одной полосе над соседними не менее чем на 10дБ;

2) по временным характеристикам:

- **ПОСТОЯННЫЙ** инфразвук, уровень звукового давления которого изменяется за время наблюдения **не более чем на 6 дБ** при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно»;
- **НЕПОСТОЯННЫЙ** инфразвук, уровень которого изменяется за время наблюдения **более чем на 6 дБ** при измерениях по шкале шумомера «линейная» на временной характеристике «медленно».

Нормирование инфразвука

Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах и в общественных помещениях установлены СН 2.2.4/2.1.8.583-96. **«Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки»,**

Нормируемыми характеристиками **ПОСТОЯННОГО инфразвука** являются:

- 1) Уровни звукового давления в дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16 Гц,
- 2) Общий уровень звукового давления измеренный по шкале шумомера «линейная», в дБ Лин.

Нормируемыми характеристиками
непостоянного инфразвука являются
эквивалентные уровни звукового давления, в в
октавных полосах частот со
среднегеометрическими частотами 2, 4, 8 и 16
Гц и эквивалентный общий уровень звукового
давления, в дБ Лин.

ПДУ инфразвука на рабочих местах и в общественных помещениях

Назначение помещений	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц				Общий уровень звукового давления, дБ Лин
	2	4	8	16	
Работы с различной степенью тяжести и напряженности трудового процесса в производственных помещениях и на территории предприятий:					
— работы различной степени тяжести	100	95	90	85	100
— работы различной степени интеллектуально-эмоциональной напряженности	95	90	85	80	95
Общественные здания	75	70	65	60	75

Действие инфразвука на человека

Гигиеническая проблема, связанная с воздействием инфразвука на организм человека, возникла в 70-е годы.

Проведенные российскими и зарубежными учеными многочисленные исследования инфразвука свидетельствуют о том, что он оказывает выраженное неблагоприятное действие на организм человека, которое проявляется, прежде всего, **в психических нарушениях, негативном влиянии на сердечно-сосудистую, дыхательную, эндокринную и другие системы организма, вестибулярный аппарат.**

Специфической для действия инфразвука реакцией **является нарушение равновесия.**

Инфразумы воспринимаются человеком, главным образом, как физическая нагрузка: возникает утомление, головная боль, головокружение.

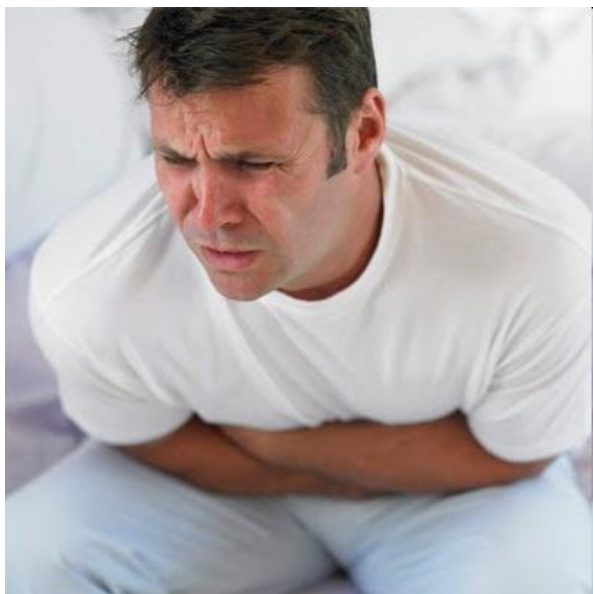


Инфразвук силой свыше 150дБ совершенно непереносим человеком; при 180-190 дБ наступает смерть вследствие разрыва легочных альвеол.

Вредное воздействие инфразвука на организм человека усугубляется при совпадении частоты инфразвуковых колебаний с собственной частотой того или иного органа.

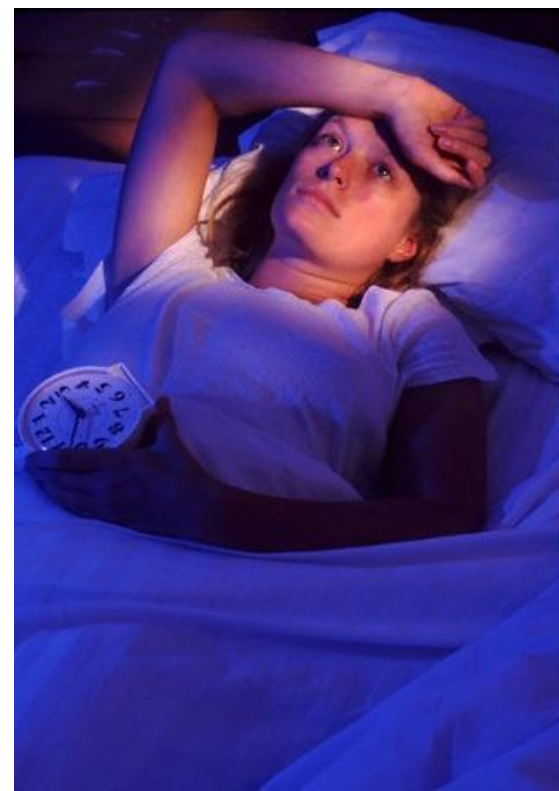
Резонансные частоты для человека находятся в диапазоне 4... 15 Гц. Инфразвук частотой до 10 Гц вызывает резонансные явления со стороны крупных внутренних органов — желудка, печени, сердца, легких.

Длительное воздействие инфразвука 4... 10 Гц может вызвать, например, хронический гастрит, колит, сохраняющиеся длительное время после прекращения его воздействия.



Инфразвук с частотой 7 Гц совпадает с ритмом биотоков мозга, что вызывает **нервно-психические явления, такие как чувство тревоги и страха.**

Многие нервные болезни, свойственные жителям промышленных городов, вызываются инфразвучными волнами, неслышимо проникающими сквозь самые толстые стены. По мнению некоторых ученых, даже не очень интенсивные инфразвуки являются главным виновником нервной усталости жителей крупных городов.



Частота симптомов, наблюдающихся при воздействии инфразвука высокого уровня (120... 135 дБ)

Симптомы	Частота
Головокружение	0,71
Тошнота	0,47
Усталость, слабость (в том числе резкая слабость)	0,71
Ощущение вибрации тела, внутренних органов	0,65
Чувство страха	0,41
Головная боль	0,61
Ощущение давления на барабанные перепонки, заложенность ушей	0,45
Сенестопатия (обманчивые, нереальные ощущения)	0,17
Вегетативные нарушения (бледность, потливость, сухость во рту, кожный зуд)	0,66
Психические нарушения (пространственная дезориентация, спутанность мыслей и др.)	0,67
Затруднение глотания	0,18
Нарушение зрения (затуманенность зрения)	0,30
Ощущение удушья	0,22
Модуляция речи	0,10
Нарушение дыхания	0,28
Ознобopodobный тремор	0,20

Приборы и методы контроля инфразвука

Измерение инфразвука производится на постоянных рабочих местах (у органов управления, у пультов, в кабинах и т.д.) или в рабочих зонах обслуживания при работе оборудования в характерном режиме.

В кабинах транспортных средств, транспортно-технологических машин, в помещениях административных зданий измерения проводятся при закрытых и открытых окнах.

Микрофон располагают на высоте 1,5 м от пола и на удалении не менее 50 см от человека, проводящего измерения.

При оценке воздействия инфразвука на работающего микрофон необходимо располагать на расстоянии 15 см от его уха.

Аппаратура, используемая для измерения инфразвука

Шумомеры, измерительные приборы	Частотный анализатор	Частотные коррекции	Диапазон измерения	
			Уровень звукового давления, дБ	Октавные (1/3 октавные) полосы со среднегеометрическими частотами, Гц
ВШВ 003 М-2	Встроенные фильтры	А, С, Лин	30–140	1–16
2231 («Брюль и Кьер»)	Фильтр 1627	А, С, Лин, широкополосная 61 и 62	24–130	2–16
2204 («Брюль и Кьер»)	Фильтр 1614	А, С, Лин	12–148	Октавы: 4–16 (1/3 октавы: 2–20)





В начале 40-х годов два предприимчивых датских инженера, Пер В. Брюль и Вигго Къер, заложили фундамент компании, которая не только станет мировым лидером в области инструментов для акустических и вибрационных измерений, но также сыграет одну из главных ролей в развитии наук об акустике и вибрации.

Зимой 1939-40 годов Пер В. Брюль разработал батарейный аудиочастотный анализатор. В 1942 году, имея в активе этот инструмент, компания "Брюль и Къер" получила лицензию на его продажу.



Самые сложные задачи исследования шумов и вибраций можно отныне легко решать с помощью многоканальной системы для анализа сигналов 3560, выпускаемой фирмой Брюль и Кьер.



ВШВ-003 М3 - измеритель шума, вибрации, инфразвука и ультразвука (виброшумомер, виброметр, шумомер).

Фильтры октавные со средними геометрическими частотами, Гц: 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; 16000.

Методы борьбы с инфразвуком

Как отмечалось, инфразвук может распространяться на большие расстояния вследствие незначительного поглощения в атмосфере и способности огибать препятствия. Большие длины волн, свойственные инфразвуку, и значительные величины амплитуды колебаний позволяют им воздействовать на человека на значительных расстояниях от источника.

В связи с этим для организации защиты от инфразвука необходимо использовать **комплексный подход**, включающий:

- конструктивные меры снижения инфразвука в источнике образования,
- планировочные решения,
- организационные, медицинские меры профилактики и средства индивидуальной защиты.

К основным мероприятиям по борьбе с инфразвуком относятся:

- Изоляция объектов, являющихся источниками инфразвука, выделение их в отдельные помещения.
- Использование кабин наблюдения с дистанционным управлением технологическим процессом.
- Повышение быстроходности машин, обеспечивающее перевод максимума излучения в область слышимых частот.
- Применение глушителей инфразвука с механическим преобразованием частоты волны.
- Устранение низкочастотных вибраций.



Машина будущего, дистанционно управляемый карьерный самосвал БелАЗ 75137 создан конструкторами предприятия.





- Введение в технологические цепочки специальных демпфирующих устройств малых линейных размеров, перераспределяющих спектральный состав колебаний в область более высоких частот.
- Использование средств защиты органа слуха и головы от инфразвука — противошумов, наушников, **гермошлемов** и т.д. (заглушающая способность которых на низких частотах значительно ниже, чем на высоких). Для повышения эффективности защиты рекомендуется использовать **комбинацию нескольких типов средств индивидуальной защиты**, например, противошумные наушники и вкладыши.
- Применение рационального режима труда и отдыха - введение **20-минутных перерывов через каждые 2 часа** работы при воздействии инфразвука с уровнями, превышающими нормативные.

