

**Производственный шум
(ультразвук, инфразвук) вибрация
мероприятия по ограничению**

Шум (звук) – упругие колебания в частотном диапазоне слышимости человека, распространяющиеся в виде волны в газообразных средах

Производственный шум – совокупность звуков различной интенсивности и частоты, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у работников неприятные ощущения.

.

Основные характеристики шума

- колебательная скорость v , м/с;
- скорость распространения звука (скорость звука) c , м/с;
- *звуковое давление p , Па;*
- *интенсивность звука I , Вт/м²;*
- уровень звукового давления, дБ;
- уровень интенсивности звука, дБ;
- *частота f , Гц*

Уровень интенсивности звука определяют по формуле:

$$L_I = 10 \cdot \lg \frac{I}{I_0}, \text{ дБ}$$

Уровень звукового давления равен:

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P^2}{P_0^2}, \text{ дБ}$$

Пороги слышимости – минимальные значения звукового давления и интенсивности звука, которые слышит человек при частоте в 1000 Гц. (P_0 , I_0)

Октава

Диапазон звуковых частот разбит на **октавные полосы**.

Октава - полоса частот, у которой отношение верхней граничной частоты f_2 к нижней f_1 равно 2.

Каждая октава характеризуется *среднегеометрической частотой*:

$$f_e = \sqrt{f_1 \cdot f_2}$$

Классификация шума

По частоте:

- Инфразвук.
- Звук
 - низкочастотный (менее 350 Гц),
 - среднечастотный (от 350 до 800 Гц),
 - высокочастотный (свыше 800 Гц).
- Ультразвук.

Классификация шума

По природе возникновения:

- Механический.
- Аэродинамический.
- Гидравлический.
- Электромагнитный.

Классификация шума

По спектру:

- Широкополосный.
- Тональный.

Широкополосный шум обладает непрерывным спектром более одной октавы, **тональный (дискретный)** содержит в спектре выраженные дискретные тона (частоты, уровень звука на которых значительно выше уровня звука на других частотах).

Классификация шума

По временным характеристикам:

- Постоянный.
- Непостоянный
 - колеблющийся,
 - прерывистый,
 - импульсный.

Классификация шума

Постоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или рабочую смену изменяется во времени не более чем на 5 дБА

Непостоянный шум – шум, уровень звука которого за 8-часовой рабочий день или рабочую смену изменяется во времени более чем на 5 дБА

Колеблющийся шум – шум, уровень звука которого непрерывно изменяется во времени.

Прерывистый шум – шум, уровень звука которого изменяется во времени ступенчато (на 5 дБА и более).

Импульсный шум – шум, состоящий из одного или нескольких звуковых сигналов.

Действие шума на организм человека

Степень воздействия шума на слуховой аппарат человека зависит не только от интенсивности и звукового давления, но также и от частоты и характера изменения звука во времени.

Действие шума на организм человека

1. Специфическое воздействие — нарушение функции слухового анализатора.

2. Неспецифическое воздействие:

- изменяя протекание процессов высшей нервной деятельности (раздражительность, эмоциональная неустойчивость, снижением внимания, снижением памяти, снижением трудоспособности, неврозы).
- изменения в сердечно-сосудистой системе (боли в области сердца, повышенное артериальное давление).
- боли в желудке, желчном пузыре;
- снижение общей резистентности организма человека.

Предельно допустимый уровень шума

Предельно допустимый уровень шума – уровень, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Гигиеническое нормирование осуществляется в соответствии с СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 и ГОСТом 12.1.003-83

Предельно допустимые уровни шума

Предельно допустимые уровни шума нормируются по двум категориям норм шума:

- ПДУ шума на рабочих местах
- ПДУ шума в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

Нормируемые параметры шума

При нормировании допустимого звукового давления на рабочих местах частотный спектр шума разбивают на девять частотных полос.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются:

- уровень звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц;
- уровень звука L_a , дБА.

Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются:

- эквивалентный (по энергии) уровень звука $L_{aэкв}$, дБА;
- максимальный уровень звука $L_{aмакс}$, дБА.

- Предельно допустимый уровень шума устанавливается от видов трудовой деятельности. В зависимости от видов трудовой деятельности существует 5 категорий норм шума.

Табл. 6.2-Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для различных категорий норм шума

Категория норм шума	Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука и эквивалент- ный уровень звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3	96	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4	103	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Средства и методы защиты от действия шума

Борьба с шумом на производстве осуществляется комплексно и включает меры следующего характера:

- технологического;
- санитарно-технического;
- лечебно-профилактического

Классификация средств и методов защиты от шума приведена в **ГОСТ 12.1.029.**

Средства и методы защиты от действия шума

*Технические нормативные правовые акты предусматривают защиту от шума следующими **строительно-акустическими методами**:*

- звукоизоляцией ограждающих конструкций, уплотнением притворов окон, дверей, ворот и т.п.,
- устройством звукоизолированных кабин для персонала;
- укрытием источников шума в кожухи;
- установкой в помещениях на пути распространения шума звукопоглощающих конструкций и экранов;
- применением глушителей аэродинамического шума в двигателях внутреннего сгорания и компрессорах;
- применением звукопоглощающих облицовок в воздушных трактах вентиляционных систем;
- созданием шумозащитных зон в различных местах нахождения людей,
- использованием экранов и зеленых насаждений.

Средства и методы защиты от действия шума

- Ослабление шума достигается путем использования под полом упругих прокладок без жесткой их связи с несущими конструкциями зданий, установкой оборудования на амортизаторы или специально изолированные фундаменты.
- Широко применяются средства звукопоглощения – минеральная вата, войлочные плиты, перфорированный картон, древесноволокнистые плиты, стекловолокно.
- Снизить неблагоприятное воздействие шума на рабочих возможно, сократив время их нахождения в шумных цехах, рационально распределив время труда и отдыха и т.д
- Применение средств индивидуальной защиты от шума целесообразно в тех случаях, когда средства коллективной защиты и другие средства не обеспечивают снижение шума до допустимых уровней.

Инфразвук

Источник инфразвука	Характерный частотный диапазон инфразвука	Уровень инфразвука
Автомобильный транспорт	Весь спектр инфразвукового диапазона	Снаружи 70-90 дБ, внутри до 120 дБ
Железнодорожный транспорт и трамваи	10-16 Гц	Внутри и снаружи от 85 до 120 дБ
Промышленные установки аэродинамического и ударного действия	8-12 Гц	До 90-105 дБ
Вентиляция промышленных установок и помещений, то же в метрополитене	3-20 Гц	До 75-95 дБ
Реактивные самолеты	Около 20 Гц	Снаружи до 130 дБ
Тракторы на резиновом ходу , грузовики	1.5 – 3 Гц	
Гусеничные тракторы	5 Гц	

Воздействие инфразвука на организм человека

- Инфразвук оказывает неблагоприятное воздействие на весь организм человека (чувство давления, вибрации, снижение слуховой чувствительности).
- Низкочастотные колебания с уровнем инфразвукового давления свыше 150 дБ совершенно не переносятся человеком.

Частота, Гц	Орган
20 - 30	Голова
19, 40 - 100	Глаза
0.5 - 13	Вестибулярный аппарат
4 - 6 (1 - 2)	Сердце, кишечник, позвоночник
2 - 3	Желудок

Характеристики инфразвука

- инфразвуковое давление(Па),
- интенсивность (Вт/м²),
- частота колебания (Гц).

Уровни интенсивности инфразвука и инфразвукового давления выражаются в децибелах (дБ).

Методы защиты от инфразвука

- Наиболее эффективным способом борьбы с инфразвуком является ***снижение его в источнике возникновения***:
- повышение жесткости колеблющихся конструкций;
- устранение низкочастотных вибраций
- конструктивные изменения источников, позволяющие перейти из области инфразвуковых колебаний в область звуковых колебаний, для снижения которых эффективно применение методов звукоизоляции и звукопоглощения и др.

Ультразвук

Ультразвук – упругие колебания с частотами выше диапазона слышимости человека (20 кГц), распространяющиеся в виде волны в газах, жидкостях и твердых телах или образующие в ограниченных областях этих сред стоячие волны.

Источники ультразвука

- все виды ультразвукового технологического оборудования,
- ультразвуковые приборы
- аппаратура промышленного и медицинского назначения.

Характеристики ультразвука

- ультразвуковое давление, дБ;
- интенсивность, Вт/см²;
- частота колебаний, Гц.

Классификация ультразвука

- *низкочастотный* ($1,12 \cdot 10^4$ до $1,0 \cdot 10^5$ Гц),
распространяющийся воздушным и контактным путем;
- *высокочастотный* ($1,0 \cdot 10^5$ до $1,0 \cdot 10^9$ Гц),
распространяющийся только контактным путем.

Специфическая особенность ультразвука

Специфической особенностью ультразвука, обусловленной большой частотой и малой длиной волны, является возможность распространения ультразвуковых колебаний направленными пучками, получившими название **ультрафиолетовых лучей**. Они создают на относительно небольшой площади очень большое ультразвуковое давление.

Области применения ультразвука

- Специфическое свойство ультразвука обусловило его широкое применение для очистки деталей, механической обработки твердых материалов, сварки, пайки, ускорения химических реакций, дефектоскопии, проверки размеров выпускаемых изделий, структурного анализа веществ и др.
- Ультразвук используется в установках по очистке воздуха от высокодисперсной пыли.
- Применение ультразвука в медицине для лечения заболеваний позвоночника, суставов, периферической нервной системы и т.п.

Воздействие ультразвука на организм человека

- Воздействие малых доз ультразвука на человека дает стимулирующий эффект (микромассаж, ускорение обменных процессов), а больших доз – поражающий эффект.
- Наиболее опасным является контактное воздействие ультразвука, которое возникает при удержании ультразвукового инструмента во время пайки, лужения и т.п. Воздействие от работы мощных установок может привести к поражению периферической нервной и сосудистой систем человека в местах контакта.
- При длительной работе с низкочастотными ультразвуковыми установками могут произойти функциональные изменения центральной и периферической нервной системы, слухового и вестибулярного аппарата, сердечно-сосудистой системы (утомление, головные боли, бессонница ночью и сонливость днем, снижение остроты слуха и т.п.).
- По сравнению с высокочастотным шумом ультразвук значительно слабее влияет на слуховую функцию, но вызывает более выраженные отклонения вестибулярной функции, болевой чувствительности, терморегуляции

Методы защиты от ультразвука

Большинство традиционных методов защиты работающих от шума малоэффективны в отношении к ультразвуку.

Поэтому для защиты от его воздействия следует использовать *все способы снижения интенсивности генерации таких колебаний непосредственно в источнике.*

Требования по ограничению неблагоприятного влияния контактного ультразвука

- при разработке нового и модернизации существующего оборудования, должны предусматриваться меры по ограничению ультразвука, как в источнике возникновения, так и на пути его распространения;
- запрещается непосредственный контакт человека с рабочей поверхностью источника ультразвука и с контактной средой во время возбуждения в ней ультразвука;
- ультразвуковые искатели и датчики должны иметь форму, обеспечивающую минимальное напряжение мышц, исключается передача ультразвука другим частям тела кроме рук;
- применять дистанционное управление, блокировки;
- для защиты рук от неблагоприятного воздействия контактного ультразвука в твердых и жидких средах, а также от контактных смазок необходимо применять нарукавники, рукавицы или перчатки (наружные резиновые и внутренние хлопчатобумажные);
- в качестве СИЗ применяют противoshумы;
- к работе с источником ультразвука допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию, прошедшие обучение и инструктаж по технике безопасности.

Средства защиты от ультразвука

- *Звукоизолирующие кожухи:* из дюралюминия или стали толщиной 1 мм, оклеенные резиной или покрытые противошумной мастикой; прозрачные кожухи из органического стекла должны иметь толщину не менее 5 мм; эластичные кожухи из трех слоев резины общей толщиной 3 – 5 мм. Кожухи позволяют снизить уровни звукового давления на 20 – 30 дБ в слышимом диапазоне частот и на 60 – 80 дБ – в неслышимом.
- *Загрузку, выгрузку и другие работы* следует проводить при выключенном источнике или пользоваться при этом специальными инструментами с ручками, покрытыми эластичным слоем из пористой резины, поролона и т.п.
- Зоны помещений с уровнями ультразвука, превышающими предельно допустимые, должны быть обозначены *предупреждающим знаком* «Осторожно! Прочие опасности».
- Соблюдать *режим труда и отдыха*.

Производственная вибрация

Вибрация — сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести какого-либо тела от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом состоянии.

Возникновение вибрации

Вибрация возникает под действием внутренних или внешних динамических сил, вызванных:

- плохой балансировкой вращающихся и движущихся частей машин,
- неточностью взаимодействия отдельных деталей узлов,
- ударными процессами технологического характера,
- неравномерной рабочей нагрузкой машин,
- движением техники по неровности дороги и т.д.

Виды вибрации

- **Общая** - передается через опорные поверхности на тело стоящего или сидящего человека.
- **Локальная** - передается через руки человека или другие части его тела, контактирующие с вибрирующими поверхностями.
- **Фоновая** - вибрация, регистрируемая в точке измерения и не связанная с исследуемым источником.

Характеристики вибрации

- *частота колебаний f* , Гц — количество циклов колебаний в единицу времени;
- *амплитуда смещения A* , м — наибольшее отклонение колеблющейся точки от положения равновесия;
- *виброскорость v* , м/с — максимальное из значений скорости колеблющейся точки;
- *виброускорение a* , м/с² — максимальное из значений ускорений колеблющейся точки.

Предельно допустимый уровень вибрации

Предельно допустимый уровень вибрации – уровень параметра вибрации, при котором ежедневная (кроме выходных дней) работа, но не более 40 ч в неделю в течение всего рабочего стажа не должна вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Действие вибрации на организм человека

Степень и характер действия вибрации на организм человека зависит от вида вибрации, ее параметров и направления воздействия.

Общая вибрация воздействует на весь организм человека, локальная – на отдельные части тела. Однако такое разделение вибрации является условным, так как и локальная вибрация в итоге влияет на весь организм.

Неблагоприятное действие вибрации на организм человека

- Увеличение интенсивности колебаний и длительности их воздействия вызывает изменения в организме работающего. Эти изменения) могут привести к развитию *профессионального заболевания – вибрационной болезни*.
- Наиболее распространены заболевания, вызываемые локальной вибрацией. В производственных условиях ручные машины с максимальным уровнем виброскорости в полосах низких частот (от 35 Гц) вызывают *вибрационную патологию* с преимущественным поражением нервно-мышечного, опорно-двигательного аппаратов.
- Локальная вибрация, имеющая частотный спектр, часто с наличием ударов (клепка, рубка, бурение), вызывает *различную степень сосудистых, нервно-мышечных, костно-суставных и других нарушений*.
- Общая вибрация оказывает неблагоприятное воздействие на *нервную систему, приводящее к изменениям в сердечно-сосудистой системе, вестибулярном аппарате, к нарушению обмена веществ*.
- Совместное воздействие общей и локальной вибраций, которые наблюдаются в формовочных цехах, приводит к *поражению нервной системы, а также к вегетативно-сосудистым, вестибулярным и другим расстройствам*.
- Вибрация приводит к *разрушению зданий, сооружений, коммуникаций, поломке оборудования*.

Средства и способы защиты от действия вибрации

Мероприятия по защите от вибраций подразделяют на:

- **Технические** (устранение вибраций в источнике и на пути их распространения);
- **Организационные** (рациональное чередование режимов труда и отдыха);
- **Лечебно-профилактические** (производственная гимнастика, ультрафиолетовое облучение, воздушный обогрев, массаж, теплые ванночки для рук и ног, прием витаминных препаратов(С, В) и т.д..)

Для виброзащиты применяются СИЗ для рук, ног и тела оператора

Технические мероприятия от действия вибраций

Для уменьшения вибрации в источнике:

- на стадии проектирования и изготовления машин предусматривают благоприятные вибрационные условия труда,
- замена ударных процессов на безударные,
- применение деталей из пластмасс,
- применение ременных передач вместо цепных,
- выбор оптимальных рабочих режимов,
- балансировка,
- повышение точности и качества обработки .

Для уменьшения вибраций на пути распространения применяют:

- вибродемпфирование;
- виброгашение;
- виброизоляцию.

Технические мероприятия от действия вибраций

Вибродемпфирование – уменьшение амплитуды колебаний деталей машин (кожухов, сидений, площадок для ног) вследствие нанесения на них слоя упруго-вязких материалов (резины, пластиков и т.п.).

Толщина демпфирующего слоя обычно в 2 – 3 раза превышает толщину элемента конструкции, на которую он наносится.

Вибродемпфирование можно осуществлять, используя двухслойные материалы: сталь – алюминий, сталь – медь и др.

Технические мероприятия от действия вибраций

Виброгашение достигается при увеличении массы вибрирующего агрегата за счет установки его на жесткие массивные фундаменты или на плиты, а также при увеличении жесткости конструкции путем введения в нее дополнительных ребер жесткости.

Одним из способов подавления вибраций *является установка динамических виброгасителей*, которые крепятся на вибрирующем агрегате. Недостаток динамического виброгасителя – его способность подавлять колебания только определенной частоты (соответствующей его собственной).

Технические мероприятия от действия вибраций

Виброизоляция ослабляет передачу колебаний от источника на основание, пол, рабочую площадку, сиденье, ручки механизированного ручного инструмента за счет устранения между ними жестких связей и установки упругих элементов — виброизоляторов.

В качестве **виброизоляторов** применяют стальные пружины или рессоры, прокладки из резины, войлока, а также резинометаллические, пружинно-пластмассовые и пневморезиновые конструкции, основанные на сжатии воздуха