Содержание

1. Классификация методов и средств защиты от шума

[Борьба с шумом в источнике возникновения](#_Toc296098333)

Уменьшение шума на пути распространения

[Защита от ультразвука и инфразвука](#_Toc296098335)

2. Расчет звукопоглощающих облицовок

[Заключение](#_Toc296098337)

Список используемых источников

# 1. Классификация методов и средств защиты от шума

По отношению к защищенному объекту существуют методы и средства коллективной и средства индивидуальной защиты.

Средства защиты по отношению к источнику шума подразделяются на средства, снижающие шум на пути его распространения, и средства, снижающие шум в источнике возникновения. Средства, снижающие шум в источнике его возникновения в зависимости от характера шумообразования, подразделяются на средства, снижающие шум механического, аэро-, гидродинамического и электрического происхождения.

Средства, снижающие шум на пути его распространения, в зависимости от среды подразделяются на средства, снижающие передачу воздушного шума, и средства, снижающие передачу структурного шума (распространяемого через твердые элементы).

Средства и методы коллективной защиты от шума в зависимости от способа реализации подразделяются на акустические, архитектурно-планировочные и организационно-технические.

## 

# Борьба с шумом в источнике возникновения

Методы борьбы с механическим шумом:

* замена ударных процессов безударными;
* применение косозубых и шевронных передач;
* подбор шестеренчатых пар по уровню шума;
* замена металлических деталей деталями из "не звонких" материалов (полимерные и резиновые шестерни).

Методы борьбы с аэродинамическим шумом предусматривают уменьшение скорости истечения струи воздуха или газа, улучшение условий обтекания тел воздушными потоками.

защита шум ультразвук инфразвук

Методы борьбы с гидродинамическим шумом предполагают повышение качества обработки внутренних поверхностей гидросистем, плавное регулирование потоков в системах водоснабжения и канализации, в насосных установках.

Методы борьбы с электромагнитными шумами сводятся, в основном, к правильному подбору форм пазов ротора и статора и величины зазора между ними.

## 

# Уменьшение шума на пути распространения

Для снижения шума на пути его распространения применяют звукопоглощение, звукоизоляцию, установки глушителей шума, средства индивидуальной защиты. Покрытие стен и потолков звукопоглощающими материалами (мягкие волокнистые материалы типа войлока, поропластов) дает снижение шума на 68 дБ в области высоких частот.

Для снижения высокочастотных шумов используются также штучные звукопоглотители различных конструкций (конусы, призмы, параллелепипеды), устанавливаемые непосредственно над рабочими местами. Звукопоглощение происходит путем перевода энергии шума в тепловую за счет потерь на трение в порах материала.

Звукоизоляция применяется с целью ограничения проникновения звука из одного помещения в другое через стены, перекрытия, кожухи, кабины. Для звукоизоляции применяются тяжелые и плотные материалы с закрытыми порами. Общая звукоизоляция помещения достигается созданием ограждений (стен, полов, потолков) из кирпича, бетона, железобетона. Местная звукоизоляция осуществляется в виде кожухов, капотов, кабин, боксов, куда помещают агрегат или отдельную технологическую линию.

При невозможности укрытия источника высокочастотного шума снижение шума на рабочем месте может быть достигнуто установкой экрана между рабочим и источником шума.

Акустический экран представляет собой преграду с определенной звукоизолирующей способностью, за которой возникает звуковая тень, т.е. снижение звукового давления. Экран может быть выполнен из стирального или алюминиевого листа толщиной 1,5-2 мм, к которому присоединяется звукопоглощающая облицовка толщиною 50 мм, причем увеличение толщины не увеличивает эффект звукопоглощения. Экраны эффективны лишь для средне - и высокочастотных шумов. Звуковые волны низкочастотного шума за счет дифракции легко огибают преграду, и экранирование не дает эффекта.

Глушители шума применяют для уменьшения аэродинамического шума (системы вентиляции, воздушного отопления, компрессорные установки и пр.). Глушители бывают абсорбционными, поглощающими звуковую энергию, рефлексными (реактивными), отражающими звуковую энергию, и комбинированными.

Применение средств индивидуальной защиты (СИЗ) обоснованно лишь в тех случаях, когда невозможно добиться снижения шума другими средствами. СИЗ выбирают исходя из спектра шума на рабочем месте, они бывают в виде вкладышей (мягких или жестких), в виде наушников или шлемов. Звукопоглощающим материалом в наушниках служит поролон или ультратонкое стекловолокно. Чтобы привыкнуть к наушникам, их надевают сначала на полчаса в день, затем в течение12 месяцев увеличивают время на 15-20 мин ежедневно. Высокочастотный шум наушники ослабляют до 35 дБ. Для защиты от низкочастотного шума они не эффективны. Человеческая речь, в основном состоящая из низкочастотных звуков, в наушниках слышима, в то время как производственный шум заглушается.

Постоянный рост автопарка в городах и интенсивности транспортных портов, расширение улично-дорожной сети приводят к значительному увеличению площади городских территорий с неблагоприятным акустическим режимом.

Для снижения шума на жилой территории строятся специальные шумозащитные (барьерные) здания - экраны (жилого и нежилого назначения), стенки, насыпи, эстакады, образующие акустическую тень.

Большое значение для снижения уровня шума в жилой среде имеет оформление лоджий и балконов с помощью звукопоглощающей облицовки.

Уменьшению транспортного шума (до 25 дБ) способствует применение типовых конструкций окон с повышенной звукоизоляцией за счет увеличения толщины стекол и воздушного пространства между ними, тройного остекления, уплотнения притворов, использования звукопоглощающей прокладки по периметру оконных рам. Специальные конструкции оконных блоков с устройством вентиляционных клапанов - глушителей ("шумозащитное окно") обеспечивают естественную вентиляцию помещений при одновременном снижении транспортного шума на 25-35 дБ.

## 

# Защита от ультразвука и инфразвука

При разработке технологических процессов, проектировании и эксплуатации оборудования, а также при организации рабочего места принимаются меры снижения ультразвука в рабочей зоне до нормированных значений.

Для устранения непосредственного контакта работающих с рабочей поверхностью оборудования, жидкостью и обрабатываемыми деталями применяются дистанционное управление, автоблокировка при выполнении вспомогательных операций (загрузка и выгрузка деталей, нанесение контактных смазок и др.), приспособления для фиксации положения источника ультразвука или обрабатываемой детали, экранирование источника ультразвука.

В качестве СИЗ работающих от вредного воздействия ультразвука, распространяющегося в воздушной среде, применяются противошумы.

Для защиты рук от воздействия ультразвука в зоне контакта работающего с твердой или жидкой средой применяются защитные рукавицы или перчатки.

Зоны с уровнями ультразвука, превышающими предельно допустимые, обозначаются предупреждающим знаком "Осторожно! Прочие опасности!".

К основным мероприятиям по борьбе с инфразвуком можно отнести:

* повышение быстроходности машин, что обеспечивает перевод максимума извлечения в область слышимых частот;
* повышение жесткости конструкций больших размеров;
* устранение низкочастотных вибраций;
* установку глушителей реактивного типа.

Традиционные методы борьбы с шумом с помощью звукоизоляции и звукопоглощения мало эффективны при инфразвуке, поэтому предпочтительным является устранение источников его образования.

# 2. Расчет звукопоглощающих облицовок

## Задание

Определить ожидаемые уровни звукового давления, создаваемые одним источниками шума, для восьми октавных полос частот в двух расчетных точках. Уровни звуковой мощности источника шума приведены в табл.2.1 Определить требуемое снижение шума, используя значения предельного спектра (ПС).

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| LW, дБ | 99 | 93 | 91 | 91 | 89 | 80 | 78 | 76 |

Выбрать по табл.2.2 звукопоглощающее изделие или конструкцию и определить величину максимального снижения уровня звукового давления. Результаты расчетов свести в таблицу. Полученное значение максимального снижения сравнить с требуемым. Если оно окажется меньше, то выбрать другую конструкцию и вновь произвести расчет.

Таблица 2.2

Реверберационные коэффициенты различных конструкций

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Изделия или конструкции | Реверберационный коэффициент звукопоглощения αобл в октавных полосах со среднегеометрической частотой, Гц | | | | | | | |
| 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Плиты марки ПА/О, минера-ловатные, акустические с несквозной перфорацией, размер 500х500 мм | 0,02 | 0,03 | 0,17 | 0,68 | 0,98 | 0,86 | 0,45 | 0,2 |
| Плиты типа акмигран, акминит, минераловатные, размер 300х300 мм | 0,01 | 0,2 | 0,71 | 0,88 | 0,81 | 0,71 | 0,79 | 0,65 |
| Плиты гипсовые, размер 810х810 мм, с заполнением из минераловаты | 0,03 | 0,09 | 0,26 | 0,54 | 0,94 | 0,67 | 0,40 | 0,30 |
| Маты из супертонкого базальтового волокна, оболочка из декоративной стеклоткани | 0,1 | 0,2 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 0,95 | 0,90 | 0,85 |
| Маты из супертонкого базальтового волокна | 0,28 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 0,9 | 0,81 | 0,97 | 0,96 |

Размеры помещения: 14х30х5

Размер источника шума: 2,5 м

Условия излучения: в полупространстве (S = 2πr2)

Рабочее место: участок точной сборки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Lдоп, дБ | 83 | 74 | 68 | 53 | 60 | 57 | 55 | 54 |

Расстояние от источника шума до расчетной точки

в зоне прямого звука: rпр=1,2 м

в зоне прямого и отраженного звука: r=4 м

в зоне отраженного звука: rотр=13 м

Фактор направленности источника шума: Ф = 1 (с равномерным излучением)

## Решение

Объем помещения: V=14\*30\*5 = 2100 м3

Площадь стен и потолка: S = 2\*14\*5+2\*30\*5+14\*30 = 860 м2

Площадь поверхности, подлежащей облицовке: Sогр= S\*60% = 516 м2

Постоянная помещения на частоте 1000 Гц: B1000 = V/10 = 210 м2

Частотный множитель μ выбран для V>1000 м3

Постоянная помещения В =В1000· µ

Коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля выбирался согласно таблице

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| В/Sогр | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 |
| Ψ | 1,25 | 1,6 | 2,0 | 2,5 |

Тогда получаем следующие значения μ,Ψ и B для восьми октавных полос частот

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| µ | 0,5 | 0,5 | 0,55 | 0,7 | 1 | 1,6 | 3 | 6 |
| B | 105 | 105 | 115,5 | 147 | 210 | 336 | 630 | 1260 |
| В/Sогр | 0, 203 | 0, 203 | 0,223 | 0,284 | 0,406 | 0,651 | 1,220 | 2,441 |
| Ψ | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

Зона прямого звука (rпр=1,2 м)

Lp = LW + 10\*lg (ℵФ/S);

Коэффициент ℵ принимается согласно таблице

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r/lмакс | 0,6 | 0,8 | 1,0 | 1,2 | 1,5 | 2 |
| ℵ | 3 | 2,5 | 2 | 1,6 | 1,25 | 1 |

r/*lмакс =* 1,2/2,5 = 0,48

ℵ = 3

S = 2πr2 = 9,04 м2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Lp | 94, 208 | 88, 208 | 86, 208 | 86, 208 | 84, 208 | 75, 208 | 73, 208 | 71, 208 |
|  | 11, 208 | 14, 208 | 18, 208 | 23, 208 | 24, 208 | 18, 208 | 18, 208 | 17, 208 |

Зона прямого и отраженного звука (r=4 м)

Lp = LW + 10\*lg (ℵФ/S + 4 ψ/В);

r/*lмакс =* 4/2,5 = 1,6

ℵ = 1,25

S = 2πr2 = 100,48 м2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Lp | 86,786 | 80,786 | 78,461 | 77,670 | 75,326 | 66,253 | 62,520 | 59,091 |
|  | 3,786 | 6,786 | 10,461 | 14,670 | 15,326 | 9,253 | 7,520 | 5,091 |

Зона отраженного звука (rотр=13 м)

Lp = LW - 10\*lg (В) - 10\*lg (ψ) + 6,r/*lмакс =* 13/2,5 = 5,2, ℵ = 1

S = 2πr2 = 1061,32 м2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Lp | 83,819 | 77,819 | 75,405 | 74,358 | 69,737 | 56,757 | 52,027 | 47,017 |
|  | 0,819 | 3,819 | 7,405 | 11,358 | 9,737 | -0,243 | -2,973 | -6,983 |

Максимальные снижения уровня звукового давления для звукопоглощающих изделий и конструкций

* Плиты марки ПА/О, минера-ловатные, акустические с несквозной перфорацией, размер 500х500 мм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| αобл | 0,020 | 0,030 | 0,170 | 0,680 | 0,980 | 0,860 | 0,450 | 0, 200 |
| В1 | 10,531 | 15,959 | 105,687 | 1096,5 | 25284,0 | 3169,714 | 422,182 | 129,000 |
| В/Sогр | 0,020 | 0,031 | 0, 205 | 2,125 | 49,000 | 6,143 | 0,818 | 0,250 |
| Ψ | 1,250 | 1,250 | 1,250 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 1,250 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | -9,987 | -8,182 | -0,386 | 5,717 | 18,868 | 9,747 | -1,738 | -6,888 |

* Плиты типа акмигран, акминит, минераловатные, размер 300х300 мм

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| αобл | 0,010 | 0, 200 | 0,710 | 0,880 | 0,810 | 0,710 | 0,790 | 0,650 |
| В1 | 5,212 | 129,0 | 1263,3 | 3784,0 | 2199,8 | 1263,3 | 1941,13 | 958,286 |
| В/Sогр | 0,010 | 0,250 | 2,448 | 7,333 | 4,263 | 2,448 | 3,762 | 1,857 |
| Ψ | 1,250 | 1,250 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | -13,042 | 0,894 | 7,379 | 11,096 | 8,263 | 5,752 | 4,887 | -1,189 |

* Плиты гипсовые, размер 810х810 мм, с заполнением из минераловаты

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| αобл | 0,030 | 0,090 | 0,260 | 0,540 | 0,940 | 0,670 | 0,400 | 0,300 |
| В1 | 15,959 | 51,033 | 181,297 | 605,739 | 8084,0 | 1047,636 | 344,0 | 221,143 |
| В/Sогр | 0,031 | 0,099 | 0,351 | 1,174 | 15,667 | 2,030 | 0,667 | 0,429 |
| Ψ | 1,250 | 1,250 | 1,600 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 1,600 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | -8,182 | -3,133 | 0,886 | 3,139 | 13,916 | 4,939 | -2,628 | -5,619 |

* Маты из супертонкого базальтового волокна, оболочка из декоративной стеклоткани

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| αобл | 0,100 | 0, 200 | 0,900 | 0,990 | 0,990 | 0,950 | 0,900 | 0,850 |
| В1 | 57,3 | 129,0 | 4644,0 | 51084,0 | 51084,0 | 9804,0 | 4644,0 | 2924,0 |
| В/Sогр | 0,111 | 0,250 | 9,000 | 99,000 | 99,000 | 19,000 | 9,000 | 5,667 |
| Ψ | 1,250 | 1,250 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 1,250 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | -2,628 | 0,894 | 13,033 | 22,399 | 21,922 | 14,651 | 8,676 | 6,666 |

* Маты из супертонкого базальтового волокна

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| f, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| αобл | 0,280 | 0,990 | 0,990 | 0,990 | 0,900 | 0,810 | 0,970 | 0,960 |
| В1 | 200,67 | 51084,0 | 51084,0 | 51084,0 | 4644,0 | 2199,79 | 16684,0 | 12384,0 |
| В/Sогр | 0,389 | 99,000 | 99,000 | 99,000 | 9,000 | 4,263 | 32,333 | 24,000 |
| Ψ | 1,250 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 2,500 | 1,250 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2,813 | 23,861 | 23,447 | 22,399 | 11,509 | 8,160 | 14,230 | 12,935 |

**Вывод:** При использовании матов из супертонкого базальтового волокна в зоне отраженного звука достигается требуемое звукопоглощение. При использовании других звукопоглотителей звуковое давление в расчетной точке превышает допустимое на 7 дБ в двух октавных полосах (250 Гц, 500 Гц). Снижения шума в зоне прямого (прямого и отраженного) звука может быть достигнуто установкой экрана между рабочим местом и источником шума

# Заключение

Производственный шум является одним из неблагоприятных факторов на рабочих местах.

Анализ уровней шума в производственных помещениях показывает, что фактические величины на ряде рабочих мест превышают допустимые по санитарным нормам значения. На отмеченных производственных участках с высокими уровнями шума требуется провести шумозащитные мероприятия.

Внедрение таких мероприятий, а также обязательное использование индивидуальных средств защиты органов слуха позволит снизить вредное воздействие шума на персонал, сохранить его здоровье, будет способствовать снижению травматизма и повышению производительности труда.

# Список используемых источников

1. Расчет звукопоглощающих облицовок НГТУ; Н. Новгород, 2007.9 с.
2. bgd-info. tk
3. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".