

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
И НАУКИ УКРАИНЫ
СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к расчетно-практическим занятиям
по дисциплине «Охрана труда в отрасли»

**«Расчет ожидаемых уровней звукового
давления в расчетных точках
на механическом участке»**

для специальностей:

7.090202- «Технология машиностроения»

7.090203 -«Металлорежущие станки и системы»
(Специализация - «Международная
техническая экспертиза технологи-
ческих машин и систем»)

дневной и заочной форм обучения

**Севастополь,
2005**

Методические указания к расчетно-практическим занятиям по дисциплине «Охрана труда в отрасли»: Расчет ожидаемых уровней звукового давления в расчетных точках на механическом участке / Разработал А.А. Леонов. - Севастополь: Издательство СевНТУ.-2005г.-12с.

Цель методических указаний – закрепления и углубление теоретических знаний у студентов специальностей **7.090202 и 7.090203** дневной и заочной форм обучения, при изучении раздела «Проблемы физиологии, гигиены труда и производственной санитарии в отрасли» в нормативной дисциплине «Охрана труда в отрасли».

Методические указания могут быть использованы студентами-дипломниками указанных специальностей при написании раздела «Охрана труда» в дипломных проектах.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании Кафедры ПЭОТ, протокол №_13__, от «_30_»__06__2004 г.

Допущено учебно-методическим центром и НТС СевНТУ
(протокол №__ от «__» _____2005г.)

Рецензент: кандидат технических наук, доцент кафедры
Прикладной экологии и охраны труда,
Гутник С. А.

Разработал: Леонов А. А., кандидат технических наук, доцент
кафедры Прикладной экологии и охраны труда.

Ответственный за выпуск: В.В. Севриков, заведующий кафедрой
Прикладной экологии и охраны труда, профессор, доктор технических наук.

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы.....	3
1. Теоретический раздел.....	3
2. Порядок выполнения расчетов.....	5
3. Типовые задачи для решения на занятии.....	10
4. Индивидуальное расчетно-практическое задание.....	11
5. Содержание отчета о практическом занятии.....	11
6. Контрольные вопросы.....	12
Библиографический список.....	12
Приложения.....	12

РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ УРОВНЕЙ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ В РАСЧЕТНЫХ ТОЧКАХ НА МЕХАНИЧЕСКОМ УЧАСТКЕ

Цель работы: ознакомить студентов с методикой акустического расчета, позволяющего определить в расчетных точках ожидаемые уровни звукового давления и сопоставить их с нормативными требованиями.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В настоящее время на предприятиях машиностроительной отрасли одним из актуальнейших вопросов производственной санитарии является вопрос борьбы с шумом в механических цехах. Защита от шума строительно-акустическими методами должна проектироваться только на основании акустического расчета.

Полный акустический расчет включает следующие этапы:

- 1) выявление источников шума (ИШ) и их шумовых характеристик;
- 2) выбор расчетных точек (РТ) в производственном помещении;
- 3) определение допустимых уровней звукового давления для РТ;
- 4) определение путей распространения шума от ИШ до РТ;

5) определение ожидаемых уровней звукового давления в РТ с учетом снижения уровня звуковой мощности по пути распространения шума;

6) определение требуемого снижения уровней звукового давления по пути распространения шума;

7) выбор наиболее рациональных методов и средств борьбы с шумом;

8) определение уровней звукового давления в РТ после осуществления защитных мероприятий и сопоставление их допустимым уровнем.

Акустический расчет проводят в восьми октавных полосах со стандартными среднегеометрическими частотами.

Основным источником шума на механических участках является металлорежущее оборудование. В самом металлорежущем оборудовании источниками основных шумов являются:

1) электродвигатели главного движения и подач;

2) коробки передач;

3) пневмо- и гидросистемы;

4) режущий инструмент, при взаимодействии с обрабатываемой деталью.

Шумовые характеристики оборудования должны быть указаны в его паспорте, руководстве по эксплуатации или другой сопроводительной документации. В приложении А методических указаний приведены справочные данные уровней звуковой мощности некоторых станков.

Расчетные точки выбираются на рабочих местах у станков с максимальным уровнем излучаемой звуковой мощности на высоте 1,5 м от уровня пола. При этом в помещении, где находится только один источник шума (или несколько с одинаковыми шумовыми характеристиками) следует выбирать не менее двух расчетных точек. Одна из РТ выбирается на рабочем месте в зоне отраженного звука, а другая должна находиться в зоне прямого звука, создаваемого источником шума. РТ для механических участков с одноптипными станками выбирается на рабочем месте в средней части участка. Для механических участков (цехов) с групповым размещением одноптипного оборудования РТ выбираются на рабочих местах, расположенных в центре каждой группы. Для механических участков (цехов) со смешанным размещением разнотипных станков РТ выбирается около самого шумного станка.

Допустимые уровни шума на рабочих местах приведены в нормативных документах [4] и [3]. В приложении Б методических указаний приведены допустимые уровни звукового давления для рабочих производственных помещений в соответствии с нормами [4].

Методика определения ожидаемых уровней звукового давления в РТ с учетом снижения уровня звуковой мощности по пути распространения шума приведена в разделе 2 методических указаний. Данная методика учитывает, что в производственном помещении акустическое поле, создаваемое источником шума, определяется как прямыми звуковыми волнами, излучаемыми непосредственно самим источником, так и волнами, отраженными от ограждающих поверхностей в помещении. Часть акустического поля, вблизи источника шума, которое может рассматриваться, как свободное акустическое поле называется зоной прямого звука. Часть акустического поля, в котором отраженные волны преобладают над непосредственно распространяющимися от источника излучения прямыми волнами, называется зоной отраженного звука. При расчете ожидаемых уровней звукового давления, важно учитывать в какой из зон (прямого, отраженного или прямого и отраженного одновременно) звука оказались РТ.

Требуемое снижение уровней звукового давления в РТ определяется как разность ожидаемого уровня звукового давления в РТ до осуществления мероприятий по снижению шума и допустимого уровня, в соответствии с нормами [4] и [3].

При выборе наиболее рациональных методов и средств защиты от шума следует учитывать, что на практике наибольшее распространение для снижения шума в механических цехах получили следующие методы и средства:

- 1) рациональное размещение оборудования на участках;
- 2) совершенствование технологии ремонта и обслуживания станков;
- 3) использование рациональных режимов резания;
- 4) устройство звукоизолированных кабин наблюдения и управления;
- 5) применение звукоизолирующих кожухов для электропривода станков;
- 6) акустическая облицовка помещения;
- 7) применение штучных поглотителей шума;
- 8) использование акустических экранов;

9) применение глушителей шума при работе пневмосистем;

10) использование виброизоляторов и виброизолирующих опор.

В тех случаях, когда средства коллективной защиты не обеспечивают требуемого снижения шума до допустимых пределов, целесообразно применение средств индивидуальной защиты (противошумные наушники, шлемы, каски и т.д.). Современные средств индивидуальной защиты позволяют снизить уровень воспринимаемого звука на 7...38 дБ (в зависимости от частоты).

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ

Расчет ожидаемых уровней звукового давления в РТ включает три этапа.

2.1. Определение акустической постоянной помещения

Акустическую постоянную помещения B (м^2) для любой октавной полосы определяют по формуле

$$B = B_{1000} \times \mu, \quad (1)$$

где B_{1000} – акустическая постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц, (м^2);

μ - частотный множитель.

Акустическая постоянная помещения на среднегеометрической частоте 1000 Гц для металлообрабатывающих цехов (участков) определяется по формуле

$$B_{1000} = \frac{V}{20}, \quad (2)$$

где V – объем металлообрабатывающего цеха (участка), м^3 .

Частотный множитель определяется по справочной таблице 1.

Таблица 1- Значение частотного множителя M

Объем помещения, $V, \text{м}^3$	Значение частотного множителя M на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
До 200	0,8	0,75	0,7	0,8	1,0	1,4	1,8	2,5
200-1000	0,65	0,62	0,64	0,75	1,0	1,5	2,4	4,2
Более 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	1,0	1,6	3	6

2.2. Определение предельного радиуса

Расстояние от источника шума, на котором уровень звукового давления, создаваемого отраженными акустическими волнами, равен уровню звукового давления прямых акустических волн, излучаемых источником, называется предельным радиусом $r_{пр}$. Другими словами, если расстояние до расчетной точки меньше $r_{пр}$, то она находится в зоне прямого звука. Если расстояние от источника шума до расчетной точки больше $r_{пр}$, то РТ находится в зоне отраженного звука.

При одном источнике шума предельный радиус определяется по формуле

$$r_{пр} = 0,2\sqrt{B_{8000}}, \quad (3)$$

где B_{8000} -постоянная помещения на частоте 8000 Гц.

При нескольких одинаковых источниках шума предельный радиус определяется по формуле

$$r_{пр} = 0,2\sqrt{\frac{B_{8000}}{n}}, \quad (4)$$

где n - количество одинаковых источников шума.

При нескольких разных источниках шума предельный радиус определяется по формуле

$$r_{пр} = 0,2\sqrt{\frac{B_{8000} \times 10^{0,1L_{pi}}}{\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{pi}}}}, \quad (5)$$

где L_{pi} - уровень звуковой мощности рассматриваемого источника шума на частоте 8000 Гц.

2.3. Расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках

2.3.1. Расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках при одном источнике шума в производственном помещении

Если расчетная точка находится в зоне прямого и отраженного

звука, то октавные уровни звукового давления определяются по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left(\frac{\chi \Phi}{S} + \frac{4\psi}{B} \right), \quad (6)$$

где L_p – октавный уровень звуковой мощности источника шума, дБ;

χ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля;

Φ – фактор направленности источника шума, безразмерная величина;

ψ – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении;

S – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник и проходящей через РТ, м²;

B – постоянная помещения, м².

При расчетах безразмерный коэффициент χ определяется по графику (рисунок 1) в зависимости от отношения расстояния r (м) между акустическим центром источника и РТ к максимальным габаритным размерам источника шума ($L_{\max}$).

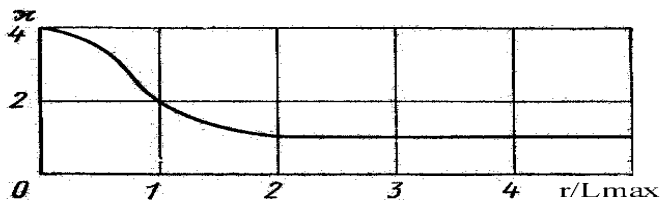


Рисунок 1- График для определения коэффициента χ

Если источник шума расположен на полу, то его акустический центр принимают совпадающим с проекцией геометрического центра на горизонтальную поверхность.

Величина фактора направленности источника шума Φ определяется по опытным данным. В практических расчетах достаточно часто делают допущение, что источник излучает шум равномерно и принимают $\Phi = 1$.

Коэффициент Ψ принимают так же по опытным данным, а при их отсутствии по графику (рисунок 2) в зависимости от отношения постоянной помещения B (м²) к площади ограждающих поверхностей в данном помещении $S_{огр}$ (м²).

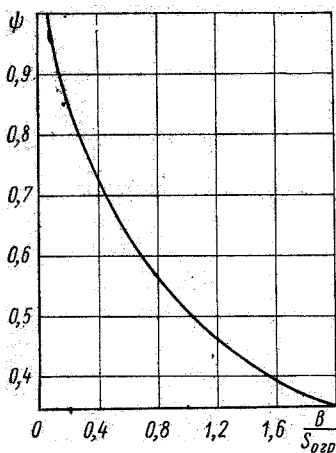


Рисунок 2 - График для определения коэффициента Ψ

Площадь S в выражении (6) (для источников шума, у которых удвоенный максимальный линейный размер $2L_{\max}$ (м) меньше величины расстояния r (м) между акустическим центром источника и РТ) следует определять по формуле: $S = \pi r^2$ (если источник шума расположен в двухгранном углу, образованном ограждающими конструкциями) или по формуле: $S = \frac{\pi r^2}{2}$ (если источник шума расположен в трехгранном углу, образованном ограждающими конструкциями).

Если расчетная точка находится в зоне только прямого звука, то октавные уровни звукового давления определяются по формуле

$$L = L_p + 10 \lg \left(\frac{\chi \Phi}{S} \right). \quad (7)$$

Если расчетная точка находится в зоне только отраженного звука, то октавные уровни звукового давления определяются по формуле

$$L = L_p - 10 \lg B + 10 \lg \psi + 6. \quad (8)$$

2.3.2. Расчет октавных уровней звукового давления в расчетных точках при нескольких источниках шума в производственном помещении

При нескольких источниках шума в помещении октавные уровни звукового давления в расчетных точках в зоне прямого и отраженного звука следует определять по формуле:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{10^{0,1L_{Pi}} \times \chi_i \times \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{Pi}} \right), \quad (9)$$

где L_{Pi} - октавный уровень звуковой мощности, создаваемый i -м источником шума, дБ;

χ_i , Φ_i , S_i - то же, что в формулах (6), (7), но для i -го источника шума;

ψ , B - то же, что в формулах (6) и (8);

m - число источников шума, ближайших к РТ;

n - общее число источников шума в помещении.

Под источниками шума, ближайшими к РТ понимают такие источники шума, для которых выполняется следующее условие

$$r \leq 5 \times r_{\min}, \quad (10)$$

где Γ - расстояние между акустическим центром источника шума и РТ, м;

$\Gamma_{\min}$ - расстояние от РТ до акустического центра ближайшего к ней источника шума, м.

При нескольких источниках шума в помещении октавные уровни звукового давления в расчетных точках в зоне только отраженного звука следует определять по формуле

$$L = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{Pi}} - 10 \lg B + 10 \lg \psi + 6. \quad (11)$$

3. ТИПОВЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ НА ЗАНЯТИИ

Задача 3.1

В ремонтной мастерской площадью 60 м^2 и высотой 4 м постоянно работает обдирочно-шлифовальный станок 3М634. Расчетная точка РТ1 (рабочее место станочника) удалена на 1 м от акустического центра станка. Расчетная точка РТ2 (рабочее место слесаря сборщика) находится на расстоянии 8 м от акустического центра станка. Максимальный габаритный размер станка $1,5 \text{ м}$.

Требуется определить ожидаемые уровни звукового давления в расчетных точках.

Задача 3.2

В помещении механического участка площадью 200 м^2 и высотой 4 м одновременно работают четыре токарных шестипиндельных автомата 1265М-6. Расчетная точка равноудалена от акустических центров станков и находится на расстоянии 7 м от каждого из них. Максимальный габаритный размер станка $1,8 \text{ м}$.

Требуется определить ожидаемые уровни звукового давления в расчетной точке.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАСЧЕТНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАДАНИЯ

В помещении механического участка площадью $S \text{ м}^2$ и высотой 4 м одновременно работают M штук обрезающих автоматов

А-233 и **К** штук гайковых автоматов А-411 (смотри таблицу 2). Станки расположены двумя группами (из **М** и **К** станков соответственно). В каждой группе станки расположены один за другим в линию. Расстояние между рядом стоящими станками в каждой группе 1,5 м. Расстояние между группами (линиями) станков 5 м. Габаритные размеры станков принять 1800×800 мм.

Требуется определить ожидаемые уровни звукового давления на механическом участке. Вариант задания в таблице 2 выбирается студентом по двум последним цифрам номера зачетной книжки.

Таблица 2 – Варианты заданий

Вариант	М, шт.	К, шт.	S, м²
00-05	2	2	60
06-10	2	2	70
11-16	2	2	80
17-20	4	2	90
21-25	4	2	100
26-30	4	2	120
31-37	6	2	200
38-45	6	2	220
46-50	6	2	250
51-57	2	4	200
58-63	2	4	220
64-70	2	4	250
71-75	2	6	250
76-78	2	6	270
79-83	2	6	300
84-87	4	4	260
88-92	4	4	270
93-95	4	4	280
96-98	6	4	290
99	6	4	300

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет о расчетно-практическом занятии должен содержать:

- 1) цель работы;
- 2) краткие теоретические сведения;

- 3) условие и ход решения задач № 3.1., №3.2;
- 4) условие и решение расчетно-практического задания своего варианта.
- 5) Выводы по расчетно-практическому занятию.

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- 1). Что такое предельный радиус?
- 2). Что такое зона прямого звука?
- 3). Что такое зона отраженного звука?
- 4). Как определяются октавные уровни звукового давления в РТ в зоне прямого и отраженного звука при одном источнике шума в помещении?
- 5). Как определить акустическую постоянную помещения для любой октавной полосы?
- 6). Какие этапы включает полный акустический расчет?
- 7). Как выбираются расчетные точки в помещениях механических цехов?
- 8). Какие методы и средства защиты от шума на практике применяются для механических цехов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Юдин Е.Я. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. проф. Е.Я. Юдина. – М.: «Машиностроение», 1985.-400с.
2. Лагунов Л.Ф. Борьба с шумом в машиностроении/ Л.Ф. Лагунов, Г. Л. Осипов. - М.: «Машиностроение», 1980.-150с.
3. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
4. ДСН. 3.3.6.037-99. «Государственные санитарные нормы производственного шума, ультразвука и инфразвука».

Приложение А /справочное/

Таблица А - Уровни звуковой мощности производственного оборудования /паспортные данные/

Оборудование	Уровни звуковой мощности (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Токарный шести-шпиндельный автомат 1265М-6	90	95	98	102	102	101	94	83
Обрезной автомат А-233	103	109	112	116	112	109	105	98
Обдирочно-шлифовальный станок 3М634	105	99	101	100	105	105	97	84
Гайковый автомат А-411	102	105	105	109	109	107	104	99
Резьбонакатный автомат А-2528	95	100	104	108	110	108	105	101
Токарный станок с ЧПУ 16К20ФЗ	107	101	97	93	91	89	87	86

Приложение Б /справочное/

Таблица Б - Допустимые уровни постоянного шума на рабочих местах

Категория работающих	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Рабочие производственных помещений	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Примечание. Допустимый уровень звука для данной категории работающих в соответствии с нормами [4]- 80 дБА.