



**Министерство образования и науки Украины  
Севастопольский национальный технический  
университет**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к расчетно-практическому занятию  
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**



УДК. 331.45.

**Методические указания к расчетно-практическому занятию по дисциплине «Охрана труда в отрасли»: Расчет ожидаемых уровней звукового давления в расчетных точках на механическом участке /**  
Разработал А.А. Леонов. - Севастополь: Изд-во 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

**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.....        | 9  |
| 4. Индивидуальные расчетно-практические задания..... | 10 |
| 5. Содержание отчета о практическом занятии.....     | 10 |
| 6. Контрольные вопросы.....                          | 11 |
| Библиографический список.....                        | 11 |
| Приложение А.....                                    | 12 |
| Приложение Б.....                                    | 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 подачи;
- 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 однотипными станками выбирается на рабочем месте в средней части участка. Для механических участков (цехов) с групповым размещением однотипного 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  $B$  ( $\text{м}^2$ ) 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, ( $\text{м}^2$ );

$\mu$  – 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),  $\text{м}^3$ .

Частотный множитель определяется по справочной таблице 1.

Таблица 1- Значение частотного множителя  $\mu$ 

| Объем помещения, $V, \text{м}^3$ | Значение частотного множителя $\mu$ 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  $r_{\text{пр}}$ . Другими словами, если расстояние до расчетной точки меньше  $r_{\text{пр}}$ , то она находится в зоне прямого звука. Если расстояние от источника шума до расчетной точки больше  $r_{\text{пр}}$ , то РТ находится в зоне отраженного звука.

При одном источнике шума предельный радиус определяется по формуле

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

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

При нескольких одинаковых источниках шума предельный радиус определяется по формуле

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

где  $n$  -количество одинаковых источников шума.

При нескольких разных источниках шума предельный радиус определяется по формуле

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

где  $L_{\text{pi}}$  - 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;

$\chi$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля;

$\Phi$  – фактор направленности источника шума, безразмерная величина;

$\psi$  – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении;

$S$  – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей источник и проходящей через РТ,  $\text{м}^2$ ;

$B$  – постоянная помещения,  $\text{м}^2$ .

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

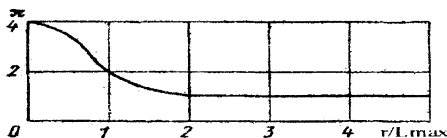


Рисунок 1- График для определения коэффициента  $\chi$

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

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

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

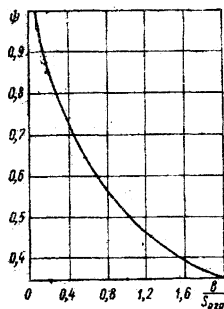


Рисунок 2 - График для определения коэффициента  $\psi$

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:

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

где  $L_{p_i}$  - октавный уровень звуковой мощности,

создаваемый  $i$ -м источником шума, дБ;  
 $\chi_i$ ,  $\Phi_i$ ,  $S_i$  - то же, что в формулах (6), (7), но  
 для  $i$ -го источника шума;  
 $\psi$ ,  $B$  - 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  $r$  - расстояние между акустическим центром источника шума и РТ, м;

$r_{\min}$  - 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  $60 \text{ м}^2$  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 м.

Требуется определить ожидаемые уровни звукового давления в расчетных точках.

#### Задача 3.2

В помещении механического участка площадью  $200 \text{ м}^2$  и высотой 4 м одновременно работают четыре токарных шестиступенчатых 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 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 обрезных автоматов

А-233 и  $K$  штук гайковых автоматов А-411 (смотри таблицу 2). Станки расположены двумя группами (из  $M$  и  $K$  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  $1800 \times 800 \text{ мм}$ .

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 | $M$ , шт. | $K$ , шт. | $S$ , $\text{м}^2$ |
|---------|-----------|-----------|--------------------|
| 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.1 - 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.1 - 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.

*Заказ от 18.04.05 Тираж 75 экз.*