DOI: 10.17117/na.2015.11.03.242

Поступила (Received): 28.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.03.242.pdf>

Кочетов О.С.
Методика расчета снижения шума
звукопоглощающими конструкциями

Kochetov O.S.
Method of calculation of noise reduction
by sound-absorbing designs

В работе представлен расчет эффективности снижения шума в производственных помещениях с использованием звукопоглощающих конструкций, штучных звукопоглотителей и реального спектра шума в производственном помещении

Ключевые слова: спектра шума, звукопоглощающая конструкция, штучные звукопоглотители

In work calculation of efficiency of noise reduction in production rooms with use of sound-absorbing designs, piece sound absorbers and a real range of noise in the production room is presented

Key words: noise range, sound-absorbing design, piece sound absorbers

Кочетов Олег Савельевич

*Доктор технических наук, профессор
Московский государственный университет
информационных технологий, радиотехники и
электроники
г. Москва, ул. Стромынка, 20*

Kochetov Oleg Saveleevich

*Doctor of Engineering Sciences, Professor
Moscow state university of information technologies,
radio engineering and electronics
Moscow, Stromynka ST., 20*

При оснащении производственных помещений звукопоглощающими облицовками и конструкциями следует учитывать, что применение их целесообразно, если в расчетных точках требуемое снижение шума $\Delta L_{\text{тр}}$ не превышает 5...8 дБ. Если $\Delta L_{\text{тр}} > 8$ дБ, то для дополнительного снижения шума на рабочих местах необходимо предусматривать: штучные звукопоглотители, акустические экраны и противошумные средства индивидуальной защиты. Эта специфика акустической обстановки в производственных цехах и помещениях позволяет воспользоваться ориентировочным методом расчета уровней звукового давления на рабочих местах [1, с.87; 5, с.19; 6, с.50]. Разработана программа расчета уровней звукового давления по этому методу на ПЭВМ в среде «Excel». Расчет выполнен для производственного помещения резинооплеточного цеха АОТ «Московская чулочная фабрика им. Н.Э.Баумана», имеющего размеры: $D \times W \times H$ (длина, ширина, высота цеха) = 11,75 × 5,75 × 2,7 (м), в котором установлены 3 резинооплеточные машины типа ОРН-1 с габаритными размерами: длина $l_{\text{max}} = 4,2$ м; ширина $l = 0,6$ м; высота $h = 1,8$ м.

Рис. 1. Схема акустических конструкций для снижения шума производственного помещения

Для определения уровней звукового давления на рабочих местах до акустической обработки помещения – L_1 , дБ, проводились замеры акустических характеристик в цехе согласно требованиям ГОСТ 12.1.028-80 с помощью аппаратуры фирмы Брюль и Къер (Дания): микрофон 4131, шумомер 2203, октавные фильтры 1613 при режиме работы веретен – 9000 об/мин.

Исходными данными для расчета являются:

L_1 – уровни звукового давления на рабочих местах до акустической обработки помещения, дБ,

$S_{opr} = 12 \text{ м}^2$ – площадь оконных и дверных проемов в цехе,

$S_{огр} = 229,6 \text{ м}^2$ – площадь ограждающих поверхностей цеха,

$S_{обл} = 150 \text{ м}^2$ – площадь звукопоглощающей облицовки стен и потолка,

$q = 0,044 \text{ шт/м}^2$ – плотность установки станков,

$N_{общ}$ – общее число станков в цехе,

$N_{пр}$ – число простаивающих станков (находящихся в капитальном ремонте или простаивающих по причине отсутствия сырья).

Средний коэффициент звукопоглощения в цехе со звукопоглощающими облицовками и штучными звукопоглотителями рассчитывается по формуле

$$\alpha_{1_i} = \frac{A + \Delta A_i}{S_{огр}}, \quad (1)$$

где $A = \alpha(S_{огр} - S_{обл})$ – величина звукопоглощения акустически необработанного цеха, в м^2 , α – средний коэффициент звукопоглощения для цехов промышленных предприятий до устройства звукопоглощающей облицовки (0,1...0,15),

$i = 1, 2, 3$ – число последовательных приближений к выбору максимально достаточной площади ΔA_i дополнительного звукопоглощения в цехе,

$$\Delta A_1 = \alpha_{обл} S_{обл}; \quad (2)$$

$$\Delta A_2 = \alpha_{обл} S_{обл} + A_{шт} N_{шт}; \quad (3),$$

$$\Delta A_3 = \alpha_{обл} S_{обл. \max} + A_{шт} N_{шт. \max}; \quad (4)$$

$\alpha_{обл}$ – коэффициент звукопоглощения облицовки стен и потолка, (см.табл.42 [1]), $A_{шт}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения штучных звукопоглотителей, м² (см.табл.43 [1]), $N_{шт}$ – количество штучных звукопоглотителей в цехе, $S_{обл.мах}$ – максимально допустимая площадь звукопоглощающей облицовки с учетом оконных и дверных проемов, а также технологических проходов и колонн, м², $N_{шт.мах}$ – максимально допустимое количество штучных звукопоглотителей (с учетом оптимального расстояния между ними $B_{шт}$), [7, с.20; 8, с.19; 9, с.20]

Затем определяем величину поправки ΔL , дБ, в зависимости от расчетного коэффициента звукопоглощения α_1 по табл.1.

Таблица 1

α_1	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ΔL , дБ	2,5	3,8	4,8	5,8	6,6	7,5

Уровни звукового давления L_2 , дБ, в цехе на рабочих местах со звукопоглощающими конструкциями рассчитываем по формуле

$$L_2 = L_1 - \Delta L, \quad (5)$$

при этом, если уровни L_2 не превышают допустимые санитарно-гигиенические уровни звукового давления $L_{доп}$, дБ, т.е. выполняется условие

$$L_2 \leq L_{доп}, \quad (6)$$

то расчет заканчиваем.

Если $L_2 > L_{доп}$, то в формулу (1) необходимо подставить значение ΔA_2 , рассчитанное по формуле (3) и для нового значения α_{1-2} определить поправку ΔL по табл.1, а затем по формуле (5) вычислить новое значение L_2 и сравнить его с $L_{доп}$ и т.д. до $i = 3$, пока не будет выполняться условие (6).

Если же с учетом поправки ΔA_3 для данного цеха не выполняется условие (6), то необходимо подобрать для обслуживающего персонала средства индивидуальной защиты (СИЗ) от шума таким образом, чтобы выполнялось следующее неравенство:

$$L_2 - \Delta L_{сиз} \leq L_{доп}, \quad (7)$$

На рис.1 представлена схема акустической конструкции для снижения шума производственного помещения [2, с.17]. Она включает в себя: каркас цеха, оконные 9 и дверные 10 проемы и акустические ограждения 1, 2, 3, 4, 5, 6 в виде жестких и перфорированных стенок, между которыми расположен звукопоглощающий материал, а также штучные звукопоглотители 7 и 8, установленные над шумным оборудованием 11.

На рис.2 изображена схема звукопоглощающей конструкции.

Звукопоглощающая конструкция [3, с.12] выполнена в виде гладкой, жесткой стенки 1 и перфорированной стенки 7, между которыми расположен многослойный звукопоглощающий элемент, выполненный в виде пяти слоев, два из которых, прилегающих к стенкам 1 и 7 являются звукопоглощающими слоями 2 и 6 из материалов разной плотности, а три центральных слоя 3, 4, 5 являются

комбинированными, причем осевой слой 4 выполнен звукопоглощающим, а два симметрично расположенных, и прилегающих к нему слоя 3 и 5 выполнены из звукоотражающего материала, сложного профиля, состоящего из равномерно распределенных пустотелых тетраэдров, позволяющих отражать падающие во всех направлениях звуковые волны.

Рис. 2. Схема звукопоглощающей конструкции

Рис. 3. Сферический штучный звукопоглотитель

Рис. 4. Уровни звукового давления, дБ, измеренные на рабочих местах исследуемого производственного помещения

1 – санитарно-гигиенические нормативы,
2 – уровни звукового давления, дБ, акустически не обработанного помещения,
3 – уровни звукового давления, дБ, с использованием разработанных звукопоглощающих конструкций

Сферический звукопоглотитель (рис.3) [4, с.21] содержит звукопоглотители активного и реактивного типов, размещенные на жестком каркасе. Каркас выполнен из двух частей, при этом нижняя, реактивная, часть 7 выполнена в виде конструкции сферической формы с внутренней конгруэнтной сферической резонансной полостью 8, образованной жесткой сплошной сферической оболочкой 6, эквидистантной внешней перфорированной сферической оболочке 4, соединенной с верхней, активной, частью 1, которая выполнена в виде жесткой перфорированной цилиндрической обечайки 2 с перфорированной крышкой и сплошным основанием, причем полость цилиндрической обечайки заполнена звукопоглощающим материалом, а соединение верхней 1 и нижней 7 частей звукопоглотителя выполнено посредством упруго-демпфирующего элемента 5, позволяющего демпфировать высокочастотные колебания.

На рис.4. приведены уровни звукового давления, измеренные на рабочих местах исследуемого в машинном эксперименте на ПЭВМ производственного помещения. Эффективность снижения шума с использованием разработанных звукопоглощающих конструкций составляет порядка 2...10 дБ в широком спектре частот [10,с.15; 11,с.18].

Список используемых источников:

1. Сажин Б.С., Кочетов О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчет, технические решения. М., 2001. 319 с.
2. Кочетов О.С. Акустическая конструкция для производственных помещений. Патент РФ № 2366785, Б.И. № 25 от 10.09.2009г.
3. Кочетов О.С. Звукопоглощающий элемент Кочетова. Патент на изобретение № 2533484. Опубликовано 20.11.14. Бюллетень изобретений № 32.
4. Кочетов О.С., Стареева М.О. Штучный звукопоглотитель. Патент РФ на изобретение № 2485256. Опубликовано 20.06.13. Бюллетень изобретений № 17.
5. Кочетов О.С., Гетия И.Г., Леонтьева И.Н. Расчет эффективности снижения шума в помещениях с однотипным оборудованием // Наука третьего тысячелетия. Уфа: Аэтерна, 2014. С. 18-22.
6. Кочетов О.С., Гетия И.Г., Гетия С.И., Леонтьева И.Н. Эффективность снижения шума звукопоглощающими конструкциями. М.: Спецкнига, 2014. С. 49-55.
7. Кочетов О.С. Звукоизолирующие ограждения для оборудования // Vědecký průmysl evropského kontinentu. 2013. Díl 32. Technické vědy.: Praha. Education and Science. S. 17-23.
8. Kochetov O.S. A Study into the Acoustic Characteristics of Multichamber Combined Aerodynamic Silencers // European Researcher, Engineering Sciences, 2014. Vol.(66). № 1-1. P. 12-20.
9. Кочетов О.С. Звукопоглощающий элемент со звукоотражающим слоем // Наука и современность. Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. С. 18-20.
10. Кочетов О.С. Расчет эффективности снижения шума // Динамика развития современной науки. Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. С. 13-17.
11. Кочетов О.С. Штучный звукопоглотитель с винтовыми звукопоглощающими элементами // Динамика развития современной науки. Уфа: РИО МЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2014. С. 17-20.