DOI: 10.17117/na.2015.11.03.236

Поступила (Received): 28.11.2015

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.03.236.pdf>**Кочетов О.С.****Методика расчета звукоизолирующих ограждений****Kochetov O.S.****Method of calculation of the soundproofing protections**

В работе рассмотрена методика расчета звукоизолирующего ограждения для прядильного станка с использованием ориентировочного метода измерения шумовых характеристик

Ключевые слова: уровень звукового давления, звукоизолирующее ограждение

In work the method of calculation of the soundproofing protection for the spinning machine with use of an approximate method of measurement of noise characteristics is considered

Key words: level of sound pressure, the soundproofing protection

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

Наиболее эффективным и конструктивным методом борьбы с шумом прядильных машин является метод звукоизоляции привода веретен – основного источника шума прядильных машин (рис.1) [3, с.107; 4, с.95; 5, с.99; 6, с.82].

На ЗАО «Тонкосуконная фабрика им. П. Алексеева» были проведены исследования акустической активности прядильной машины типа ПБ-114-Ш1. Испытания проводились в прядильном цехе фабрики после окончания 2-ой смены на машине №3 при скорости веретен $n = 6000 \text{ мин}^{-1}$ с заправкой и без заправки машины аппаратурой фирмы Брюль и Кьер (Дания): микрофон 4131, шумомер 2203, октавные фильтры 1613.

Результаты испытаний показали, что уровни шума машин превышают допустимые санитарно-гигиенические нормы на рабочих местах [1, с.67; 2, с.24] по спектру в полосе частот 1000...8000 Гц на 5...7 дБ и на 5 дБА по уровню звука. Испытания машины без заправки и с заправкой позволили выявить основные источники шума прядильной машины ПБ-114-Ш1: в высокочастотной области – тангенциальный ременный привод веретен, опорные узлы веретен, а также направляющие и поддерживающие ролики тангенциального привода, которые дают превышение уровней звукового давления в цехе над допустимыми значениями до 7 дБ. Поэтому для снижения шума прядильной машины от данного источника необходимо определить требуемую звукоизолирующую способность звукоизолирующего ограждения (кожуха). Параметры кожуха:

l_i, b_i, h_i – соответственно длина, ширина и высота кожуха, м; $\sum S_{oi}$ – суммарная площадь технологических отверстий кожуха машины, м²; α_m – реверберационный коэффициент звукопоглощения звукопоглощающего материала.

Рис. 1. Конструктивная схема кожуха приведена (фронтальный разрез):
1- веретено, 2- ремень, 3, 4- металлические стенки кожуха,
5- вибродемпфирующий слой, 6, 7- звукопоглощающий материал

На рис.1 представлена расчетная схема звукоизолирующего кожуха привода веретен прядильной машины типа ПБ-114-Ш1. Передняя 3 и задняя 4 стенки кожуха выполнены из стального листа толщиной 1 мм, обработаны вибродемпфирующим материалом 5 и покрыты звукопоглощающим материалом 6 (толщина 30 мм) и 7 (толщина 20 мм). Кожух выполнен негерметичным и имеет технологические отверстия «Z₁» для размещения паковок, «Z₂» и «Z₃» – для предотвращения перегрева ременного привода.

Расчет ведется для негерметичных ограждений [7, с.88; 8, с.102; 9, с.177; 10, с.112] по следующей зависимости:

$$R_{\text{кож.тр}} \leq R_{si} - 10 \lg \left(\frac{\sqrt{1 - \alpha} + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} \cdot 10^{0,1 R_{si}}}{\alpha + \frac{\sum \tau_i S_{oi}}{\sum S_i} + (\sqrt{1 - \alpha}) \cdot 10^{-0,1 R_{si}}} \right) \quad (1)$$

где $R_{\text{кож.тр}}$ – требуемая звукоизоляция кожуха, дБ, определяется по формуле:

$$R_{\text{кож.тр}} = L_i + 5 - L_{\text{дон}}, \quad (2)$$

L_i – октавный уровень звукового давления в расчетной точке от одиночно работающей изолируемой машины, дБ;

L_{don} – допустимый по нормам уровень звукового давления в расчетной точке, дБ; R_{si} – средняя звукоизоляция сплошной части ограждений i -го кожуха, дБ; α – реверберационный коэффициент звукопоглощения внутри i -го кожуха, безразмерный; τ_i – энергетический коэффициент прохождения звука через глушитель технологического отверстия, безразмерный. Для простого отверстия $\tau_i = 1$ (простым отверстием считается отверстие без глушителя шума, как в нашем случае); $\sum S_{oi}$ – суммарная площадь технологических отверстий для i -го кожуха машины, m^2 , определяется по формуле:

$$\sum S_{oi} = S_{oZ_1} + S_{oZ_2} + S_{oZ_3}, \quad (3)$$

$$\sum S_{oi} = S_{oZ_1} + S_{oZ_2} + S_{oZ_3} = 0,1 \times 1,375 + 2 \times 0,1 \times 0,13 + 0,03 \times 1,375 = 0,2, m^2;$$

$\sum S_i$ – суммарная площадь сплошной части ограждения, m^2 , определяется по формуле:

$$\sum S_i = 2(l_i b_i + b_i h_i + l_i h_i) - \sum S_{oi} \quad (4)$$

где l_i , b_i , h_i – соответственно длина, ширина и высота i -ого кожуха, м;

для нашего случая $\sum S_i$ равна:

$$\sum S_i = 2(l_i b_i + b_i h_i + l_i h_i) - \sum S_{oi} = 2(1,375 \times 0,15 + 0,15 \times 0,2 + 1,375 \times 0,2) - 0,2 = 0,82, m^2$$

величина реверберационного коэффициента звукопоглощения внутри ограждения определяется по формуле [12, с.275; 13, с.290]:

$$\alpha = \frac{\alpha_o (\sum S_i - \sum S_m) + \alpha_m \sum S_m}{\sum S_i}, \quad (5)$$

где α_o – реверберационный коэффициент звукопоглощения для ограждений без звукопоглощающего материала, безразмерный; α_m – реверберационный коэффициент звукопоглощения звукопоглощающего материала (винипор полужесткий, 30 мм), безразмерный; $\sum S_m$ – площадь нанесения звукопоглощающего материала, m^2 .

Для нашего случая:

$$\sum S_m = \sum S_i - 0,1 \times 1,375 = 0,82 - 0,14 = 0,68, m^2$$

Значения звукоизоляции материала ограждения (стальной лист, 1 мм) R_i , средней звукоизоляции сплошной части ограждений, при наличии вибрационных нагрузок на элементы кожуха R_{si} , и звукоизоляция кожуха $R_{кож}$ представлены на графике рис. 2 [11, с.91].

Рис. 2. Значения уровней звукового давления L_{i+5} , $L_{доп}$, $L_{кож}$

Средняя звукоизоляция сплошной части ограждений, дБ, при наличии вибрационных нагрузок на элементы кожуха рассчитывается по формуле:

$$R_{si} = R_i K + 10 \lg \frac{\eta}{\eta_o}, \quad (6)$$

где R_i – звукоизоляция материала ограждения (стальной лист, 1 мм), дБ;

K – безразмерный коэффициент, учитывающий снижение звукоизоляции материала ограждений при действующем вибрационном возбуждении, [6];

η – безразмерный коэффициент потерь конструкций кожухов со средствами вибропоглощения и вибродемпфирования; η_o – безразмерный коэффициент потерь конструкций кожухов, не снабженных средствами вибропоглощения.

Уровни звукового давления $L_{кож}$, дБ, на рабочем месте, с применением звукоизолирующего кожуха, определяются по формуле:

$$L_{кож} = L_i - R_{кож}, \quad (7)$$

При этом должно выполняться условие:

$$L_{кож} \leq L_{доп}, \quad (8)$$

где $R_{кож}$ – расчетная звукоизоляция кожуха, дБ.

Результаты расчета сводим в табл.1.

Таблица 1. Результаты расчета эффективности звукоизоляции кожуха прядильной машины

Величина	Среднегеометрическая частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
$L_{\text{доп}}$, дБ	95	87	82	78	75	73	71	69
L_i , дБ	76	77	76	75	75	73	70	71
$L_i + 5$, дБ	81	82	81	80	80	78	75	76
$R_{\text{кож.тр}}$, дБ	-14	-5	-1	2	5	5	4	7
α_o	-	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,1
α_m	0,1	0,15	0,25	0,56	0,85	0,9	0,9	0,9
α	0,1	0,13	0,21	0,47	0,71	0,75	0,75	0,76
R_i , дБ	13	17	21	25	28	32	36	35
K	-	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3
$10\lg(\eta/\eta_o)$	-	4,7	6	8,5	10,5	8,2	7	4
R_{Si} , дБ	13	9,8	12,3	16	21,7	21	21,4	14,5
$R_{\text{кож}}$, дБ	1,3	1,4	2,3	4,5	5,9	6,1	6,1	6
$L_{\text{кож}}$, дБ	74,7	75,6	73,7	70,5	69,1	66,9	63,9	65

Анализируя расчетные данные можно сделать вывод о достоверности выбранной методики расчета в части характера полученного спектра звукоизоляции ограждения, что говорит о правильности выбора изолирующего и звукопоглощающего материалов, а также учета технологических отверстий. Использование разработанного звукоизолирующего кожуха для прядильных машин позволяет снизить уровень шума до допустимых значений [14, с.297].

Список используемых источников:

1. Руководство по расчету и проектированию шумоглушения в промышленных зданиях НИИСФ Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1982. 128 с.
2. ГОСТ 12.1.003–83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. М.: Госстандарт, 1983. 34 с.
3. Кочетов О.С. Методика расчета шума в производственных помещениях текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1997. № 2. С. 106...111.
4. Кочетов О.С. Методика расчета звукоизолирующих ограждений привода веретен прядильных машин // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1997. № 5. С. 93...98.
5. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Никонов С.А. Методика расчета уровней звукового давления на рабочих местах в производственных помещениях текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1999. № 3. С. 98...101.
6. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Булаев В.А., Пирогова Н.В., Маркова Ю.А. Исследование эффективности звукоизоляции ограждающих конструкций чулочно-носочных автоматов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2000. № 2. С. 81...87.
7. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Зубов П.О. Методика расчета снижения шума звукопоглощением в условиях текстильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2000, № 6. С. 87...92.
8. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Фирсаев И.Р., Петухова А.В. Расчет на ПЭВМ эффективности снижения шума в производственных помещениях текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2002. № 4,5. С. 101...107.
9. Кочетов О.С., Сажин Б.С. Снижение шума и вибраций в производстве: теория, расчет, технические решения. М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2001. 319 с.
10. Кочетов О.С. Текстильная виброакустика. М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2003. 191 с.
11. Кочетов О.С. Звукопоглощающий элемент // Современные тенденции в образовании и науке. Ч. 11. Тамбов: Консалтинговая компания Юком, 2014. С. 91-92.

12. Кочетов О.С. Эффективность снижения шума звукопоглощающими конструкциями // *Science Time*. 2015. Вып. № 1. С. 271–278.
13. Кочетов О.С. Методика расчета шума в прядильном цехе // *Science Time*. 2015. Вып. № 3. С. 288–294.
14. Кочетов О.С. Методика определения уровней звуковой мощности прядильного станка ориентировочным методом // *Science Time*. 2015. Вып. № 3. С. 295–301.

© 2015, Кочетов О.С.

Методика расчета звукоизолирующих ограждений

© 2015, Kochetov O.S.

Method of calculation of the soundproofing
protections