

ISSN: 2219-8229**E-ISSN:** 2224-0136**Founder:** Academic Publishing House *Researcher***DOI:** 10.13187/issn.2219-8229

Has been issued since 2010.



European Researcher. International Multidisciplinary Journal

Engineering Sciences

Технические науки

UDC 697.922

A Study into the Acoustic Characteristics of Multichamber Combined Aerodynamic Silencers

Oleg S. Kochetov

Moscow state university of instrument making and informatics, Russian Federation
 Dr. (Technology), Professor
 E-mail: o_kochetov@mail.ru

Abstract. This work provides the results of a study involving activities on reducing noise through the use of multichamber combined aerodynamic silencers in industrial vacuum cleaners. The topicality of this work is associated with the fact that in using industrial vacuum cleaners noise levels prescribed by GOST 12.1.003-83 [1] are exceeded. For instance, the acoustic characteristics of T-1 and NPP-2 [7, 8] vacuum cleaners do not correspond to normative requirements at a rotational speed of $n=3000$ rpm and a component density of $q = 0,01$ pcs/m² [1]. Note that exceeded sound pressure levels are observed mainly in high-frequency areas (1000...8000 Hz) and is about 7...10 dB. As the first version, the study tested a multichamber reactive silencer serially installed on an NPP-2 vacuum cleaner [8], and as the second version, the study tried a new multichamber silencer [13], wherein the interior is worked by a noise absorber with a thickness of 10 mm. In addition, the article presents new solutions in the way of aerodynamic silencers for extract air systems [16, 17] with augmented noise absorption by the walls of the silencer's body.

Keywords: noise reduction in the source; sound energy; aerodynamic noise absorber; acoustic characteristics.

Введение. Для проведения предпроектных изысканий использовался ориентировочный метод измерения шумовых характеристик [2, 4] в инструментальном цехе РЗТО (Рижского завода текстильного оборудования) на расстоянии $d = 1$ м от контура пылесоса, причем расстояние до ограждающих поверхностей цеха было больше величины $d + 1$ м.

При исследованиях использовался комплект акустической аппаратуры типа ИШВ-1, а испытываемый пылесос был установлен свободно на полу в цехе с размерами: длина $D = 20$ м, ширина $W = 12$ м, высота $H = 3,4$ м. Режим работы пылесоса соответствовал вращению крыльчатки вентилятора со скоростью $n = 3000$ об/мин. Количество точек измерения равнялось пяти, а число измерений в каждой точке – 3. Расчет шумовых характеристик пылесоса НПП-2 проводился согласно ОСТ 27-72-218-85 [4, 5, 6].

В качестве первого варианта был испытан серийно устанавливаемый на пылесосе типа НПП-2 многокамерный реактивный глушитель [8], который содержит цилиндрический корпус, жестко соединенный с торцевым впускным и выпускным патрубками. В корпусе, перпендикулярно направлению движения аэродинамического потока, установлены, по

крайней мере, два диска с отверстиями, образующие камеры, причем отверстия дисков поочередно смещены относительно оси корпуса таким образом, что отверстия в двух смежных дисках не совпадают. Конструктивно он выполнен в виде цилиндрической трубы диаметром 204 мм, длиной 766 мм и толщиной 2 мм, внутри которой установлены девять жестких перегородок, имеющих отверстия диаметром 40 мм и образующих десять реактивных камер, причем перегородки установлены таким образом, что отсутствует «лучевой эффект». Однако наблюдалось превышение УЗД в высокочастотной области 4000...8000 Гц и составляло порядка 6...9 дБ. Для устранения этого недостатка при разработке средств модернизации в схему реактивного глушителя шума были введены элементы звукопоглощения [9, 10]. На рис. 1 представлена схема многокамерного глушителя [13] с обработкой внутренних полостей звукопоглотителем толщиной 10 мм (схема № 2), который содержит цилиндрический корпус 1, жестко соединенный с торцевым впускным 6 и выпускным 8 патрубками, при этом корпус изнутри облицован звукопоглощающим материалом 7, а также диски 2 облицованы звукопоглощающим материалом 5 со стороны движения аэродинамического потока. В результате эксперимента были выявлены следующие оптимальные соотношения параметров нового глушителя: отношение длины корпуса L_1 к его диаметру D лежит в оптимальном интервале величин: $L_1/D = 3,5...4,0$; а отношение диаметра корпуса D к диаметру D_1 выпускного патрубка лежит в оптимальном интервале величин: $D / D_1 = 4,5...5,5$; а отношение диаметра корпуса D к диаметру d отверстия дисков лежит в оптимальном интервале величин: $D / d = 5,0...6,0$, а отношение диаметра корпуса D к длине камеры L_k лежит в оптимальном интервале величин: $D / L_k = 2,0...4,5$. Корпус 1 выполнен из конструкционных материалов, с нанесенным на его поверхности с одной или двух сторон слоя мягкого вибродемпфирующего материала, например мастики ВД-17, или материала типа «Герлен-Д», при этом соотношение между толщиной облицовки и вибродемпфирующего покрытия лежит в оптимальном интервале величин – 1: (2,5...3,5).

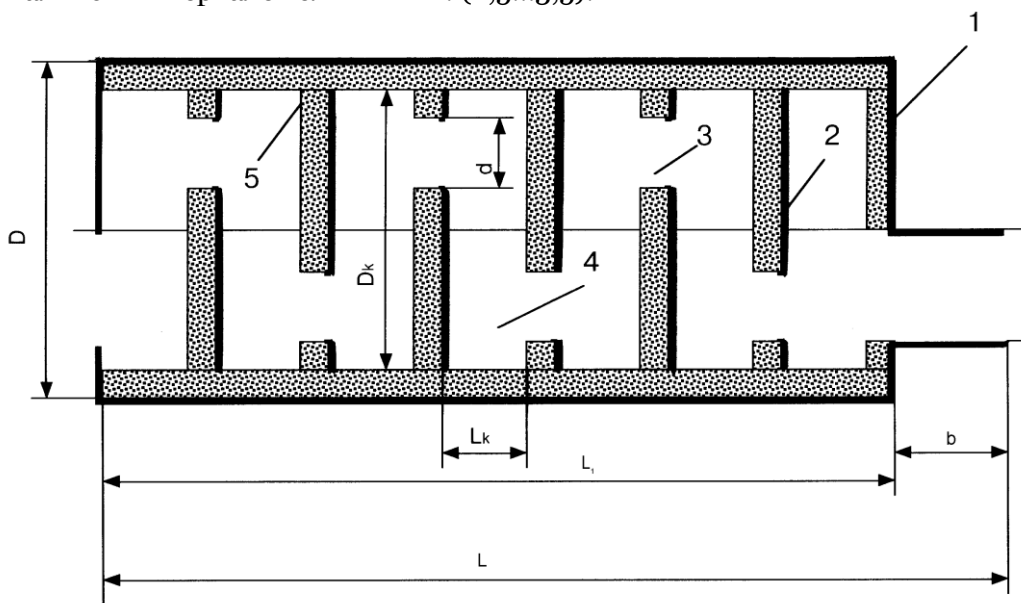


Рис. 1. Схема многокамерного аэродинамического глушителя шума с обработкой внутренних полостей звукопоглотителем толщиной 10 мм.

По сравнению с серийный у нового глушителя эффективность снижения шума на частотах 4000 Гц и 8000 Гц соответственно составила 8 дБ и 12 дБ. Результаты испытания активного глушителя шума (схема №2, рис. 2) показали также хорошие результаты в области высоких частот: его эффективность в диапазоне частот 2000...8000 Гц на 3 дБ выше, чем у глушителя, выполненного по схеме № 1. Однако недостатком активного глушителя шума является его невысокая эффективность в области низких и средних частот, где его эффективность ниже на 5...10 дБ серийного глушителя шума. Поэтому наиболее перспективным направлением для создания аэродинамических глушителей шума машин

такого класса является разработка схем комбинированных глушителей шума, состоящих из реактивной и активной частей [3, 14, 15].

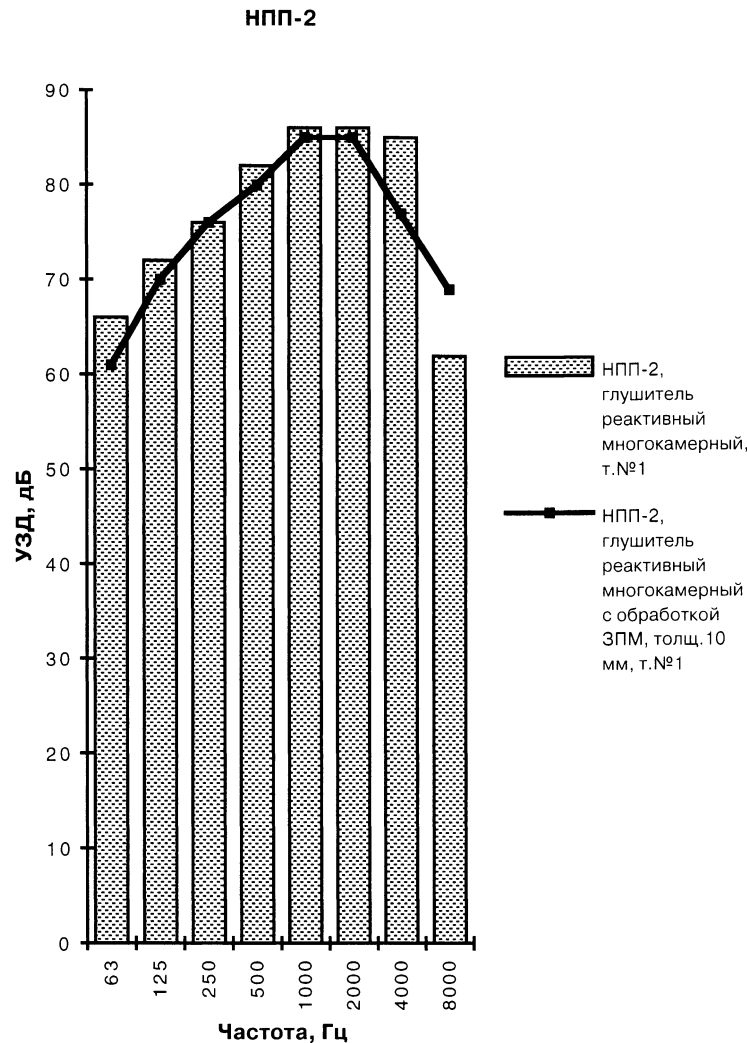


Рис. 2. Сравнительные акустические характеристики пылесоса НПП-2 с многокамерными серийным (схема № 1) и глушителя с обработкой внутренних полостей звукопоглотителем толщиной 10 мм (схема № 2) в измерительной точке №1

Остановимся на расчете и настройке глушителя шума на выходе побудителя тяги на примере пылесоса типа Т-1. Подсчитаем частоту лопастного шума от побудителя тяги (центробежного вентилятора) на частоте вращения [11, 12] $f = nz/60 = (11200 \times 12)/60 = 2240$ Гц, где n - число оборотов диска в минуту; z - число лопаток на диске.

Так как необходимо снизить шум в широкополосном спектре частот, начиная от 400 до 2240 Гц и выше, глушитель шума выполнен комбинированным, т.е. состоящим из звукопоглощающих элементов, расширительной камеры и резонансных полостей. Активная часть (звукопоглощающие элементы облицовки камеры) входит составной частью в реактивную, образуя камерный глушитель, внутренние поверхности которого имеют звукопоглощающую облицовку. В диапазоне высоких частот, когда размеры камеры в несколько раз превышают длины волн, звуковое поле в ней приобретает диффузный характер. Условие диффузности звука в объеме выражается неравенством [6,9,10]

$$f > \frac{c}{\sqrt[3]{V_k}}, \quad (1)$$

где $c = 340$ м/сек - скорость звука в воздухе,

$V_k = L_k \times B_k \times H_k = 0,42 \times 0,12 \times 0,146 = 7,4 \times 10^{-3}$ – объем камеры в м³. Тогда для нашего случая частота, с которой начинается диффузность звука в камере определится так

$$f > \frac{340}{\sqrt[3]{7,4 \times 10^{-3}}} = 1789,5 \text{ Гц}.$$

Для диапазона частот 1789,5...8000 Гц, потери звуковой мощности в камере глушителя со звукопоглощающей облицовкой из пенополиуретана можно представить следующим образом

$$\Delta L = 10 \lg \left(1 + \frac{\alpha_k S_k}{F_0} \right), \quad (2)$$

где S_k, α_k – площадь внутренних поверхностей камеры и коэффициент их звукопоглощения; F_0 – площадь выходного отверстия в камере.

Подсчитаем потери звуковой мощности для полос со среднегеометрическими частотами 2000 Гц ($\alpha_k = 0,85$); 4000 Гц ($\alpha_k = 0,8$); 8000 Гц ($\alpha_k = 0,75$).

$$\Delta L_{2000} = 10 \lg \left(1 + \frac{\alpha_k S_k}{F_0} \right) = 10 \lg \left(1 + \frac{0,85 \times 0,24}{0,012} \right) = 12,5 \text{ дБ}; \quad \Delta L_{4000} = 12,3 \text{ дБ}; \quad \Delta L_{8000} = 12 \text{ дБ}.$$

Таким образом, в результате проведенных расчетов получено, что эффективность камерного глушителя в диапазоне высоких частот 2000...8000 Гц, когда звуковое поле в объеме камеры приобретает диффузный характер, составляет 12...12,5 дБ.

Для снижения шума в низкочастотной области 250...1000 Гц служит реактивная часть камерного глушителя шума. Этот глушитель пропускает звук ниже граничной частоты $f_{гр}$ (для нашего случая выберем $f_{гр} = 295$ Гц), препятствуя распространению колебаний звуковых волн, частота которых превышает граничную [6, 10]. Обычно в таких расчетах выбирают граничную частоту пропускания шума, а затем рассчитывают объем камеры глушителя шума, исходя из габаритных размеров пылесоса по формуле

$$V_K = \frac{c^2 S}{4\pi^2 l_{mp} f_{gp}^2}, \quad (3)$$

где c - скорость звука в воздухе (340 м/с),

$S = \pi d_{вх}^2 / 4$ - площадь проходного сечения трубопровода,

$d_{вх}$ - диаметр трубопровода, соединяющего вентилятор с глушителем,

$l_{тр}$ - длина участков трубопровода соответственно до и после камеры, м

$$V_K = \frac{c^2 S}{4\pi^2 l_{mp} f_{gp}^2} = \frac{340^2 \times 6,6 \times 10^{-3}}{4 \times 3,14^2 \times 0,03 \times 295^2} = 7,4 \times 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Теперь подсчитаем эффективность снижения уровня шума однокамерным глушителем для полосы частот со среднегеометрической частотой 500 Гц по формуле [6, 11]

$$\begin{aligned} \Delta L &= 10 \lg \left[1 + 0,25(m - m^{-1})^2 \sin^2 kL_k \right] = \\ &= 10 \lg \left[1 + 0,25(2,65 - 2,65^{-1})^2 \sin^2 \left(\frac{2 \times 3,14 \times 500}{340} \times 0,42 \right) \right] = 2 \text{ дБ}. \end{aligned} \quad (4)$$

где $m = F_2 / F_1 = (0,146 \times 0,12) / 6,6 \times 10^{-3} = 2,65$ - отношение сечения камеры к сечению трубопровода, $k = 2\pi f / c$ - волновое число.

Расчетная эффективность камерного глушителя шума для нашего случая оказалась небольшой (всего 2 дБ). Это связано с тем, что степень расширения $m = 2,65$ очень незначительна, однако увеличить ее реально не позволяют габаритные размеры, отведенные под глушитель шума в пылесосе. Следует иметь в виду, что эффективность однокамерного глушителя шума увеличивается при возрастании степени расширения m .

Так, при $m = 9$ заглушение на частоте максимума составляет около 13 дБ, а при $m = 16$ – около 18 дБ.

Были проведены следующие испытания схем аэродинамических глушителей шума применительно к пылесосу типа Т-1 (рис.5). в точке № 2 (см. рис. 4): Кривая 1- точка №2 (без шланга на входе и без глушителя на выходе); Кривая 2- точка №2 (шланг и глушитель на выходе без резонансных полостей и звукопоглощающей облицовки камеры); Кривая 3- точка №2 (шланг и глушитель на выходе без резонансных полостей, но с облицовкой камеры ЗПМ); Кривая 4- точка №2 (без шланга, но с глушителем на выходе); Кривая 5- точка №2 (шланг и глушитель на выходе с резонансными полостями и облицовкой камеры ЗПМ). Из представленных результатов можно сделать вывод о том, что снижение шума реактивным однокамерным глушителем шума имеет место в низкочастотной области, начиная с 250 Гц, т.е. выбор для расчета $f_{гр}=295$ Гц явился обоснованным. Эффективность в этом случае в диапазоне частот 250...1000 Гц (см.кривые 1 и 2) составила 4...7 Гц. Увеличение эффективности по сравнению с расчетной (2 дБ на частоте 500 Гц) можно объяснить наличием в глушителе поворота потока на 90° , что вызвало увеличение потерь звуковой мощности.

Облицовка камеры глушителя звукопоглощающим материалом (ЗПМ) позволила снизить уровни звукового давления в диапазоне частот 2000...8000 Гц (кривая 3) на 8...9 дБ (расчетная эффективность в этом диапазоне составляет 12...12,5 дБ). Эффективность облицовки камерного глушителя, полученная экспериментальным путем оказалась ниже расчетной на 3...4 дБ по той причине, что расчетная формула для определения теоретической эффективности справедлива для соосного расположения входного и выходного отверстий одного диаметра.

Пылесос Т-1

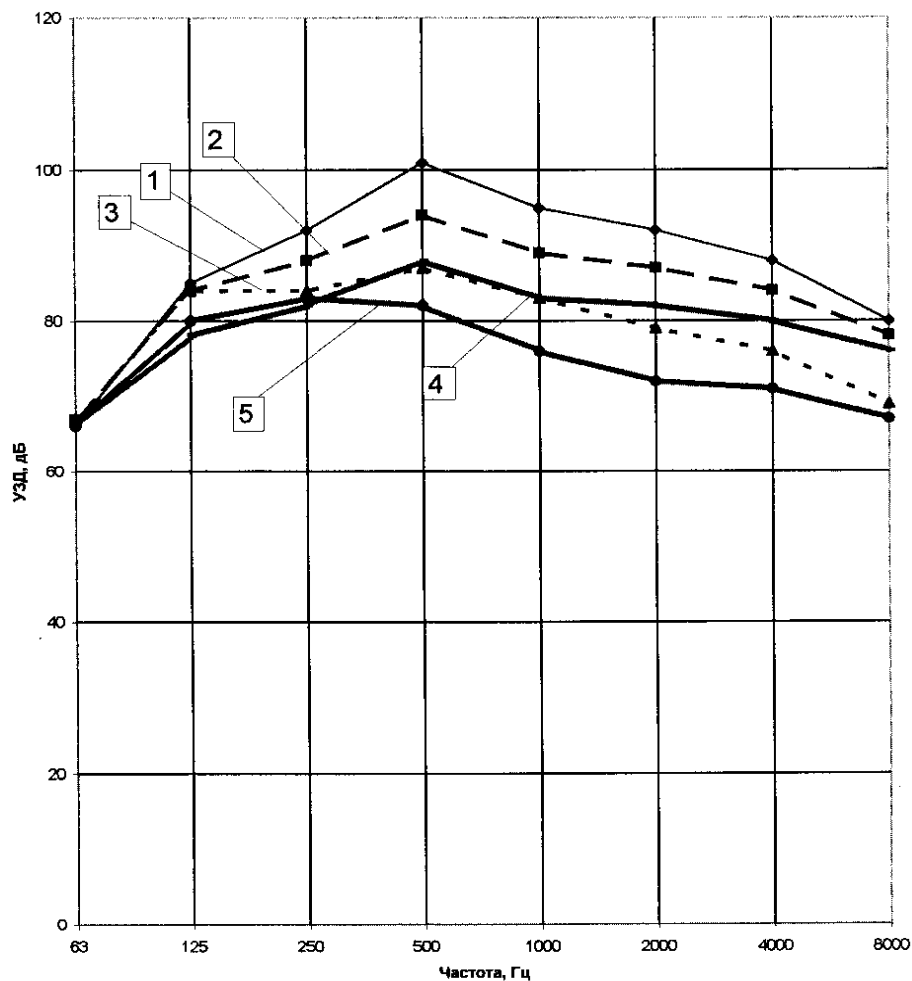


Рис. 3. Результаты испытаний промышленного пылесоса Т-1

В нашем случае имеет место поворот потока на 90° , а выходной патрубок представлен 8-ю отверстиями диаметром 44 мм. Эффективность резонансной части глушителя составила на частоте 2000 Гц – 7 дБ (кривая 5), а на частоте 4000 Гц – 5 дБ (для настройкой резонансной части глушителя была выбрана частота $f_p = 2240$ Гц, равная частоте "лопастного" импульсного шума вентилятора, что совпадает с расчетными данными). Следует отметить, что эффективность снижения шума шлангом для насадок составляет в полосе частот 500...8000 Гц 7...10 дБ и объясняется его работой как активного глушителя большой длины (см. кривые 4 и 5). Таким образом, общая эффективность комбинированного глушителя шума на выходе составляет в полосе частот 250...8000 Гц 13...20 дБ, а уровни звукового давления при работе с пылесосом Т-1, оснащенным глушителями шума на входе и выходе побудителя тяги при скорости 11200 об/мин не превышают санитарно-гигиенические нормы (см. рис.5).

На рис. 4 и 5 представлены новые конструкции аэродинамических глушителей шума для систем выпуска воздуха [16,17] с увеличенным звукопоглощением стенок корпуса глушителя.

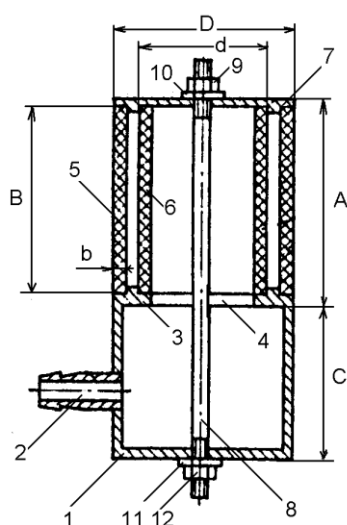


Рис. 4. Аэродинамический глушитель шума вертикального исполнения

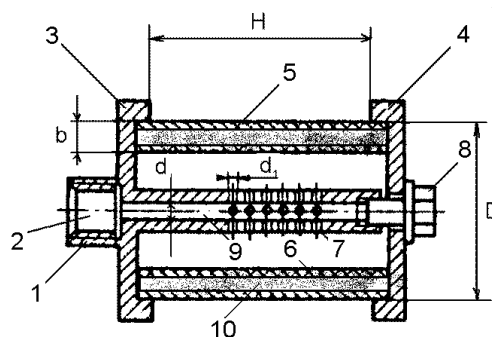


Рис. 5. Аэродинамический глушитель шума с увеличенным звукопоглощением стенок корпуса

Глушитель шума, представленный на рис. 4 содержит впускной патрубок 2, и жестко связанный с ним корпус 1. Корпус содержит основание 1, выполненное в виде стакана с буртиком 3 в его верхней части 4, с которым взаимодействуют по крайней мере два элемента 5 и 6 звукопоглощающей конструкции в виде цилиндрических внешней 5 и внутренней 6 втулок, верхние основания которых соединены с крышкой 7, имеющей буртик для фиксации втулок, и жестко соединены с основанием 1 цилиндрического стакана посредством резьбовой шпильки 8, расположенной соосно стакану 1, втулкам 5 и 6 и крышке 7, и имеющей на концах шайбы 10 и 11 и гайки 9 и 12. Отношение высоты всего корпуса 1 ($A + C$) к высоте B втулок 5 и 6 из пористого материала, находится в диапазоне оптимальных величин: $(A+C)/B = 1,5...2,5$. Звуковые волны вместе с турбулентным потоком сжатого воздуха от оборудования поступают через впускной патрубок 2, через его отверстие в корпус 1. При этом явление лучевого эффекта полностью исключается за счет наличия перфорированных коаксиальных втулок внешней 5 и внутренней 6, между которыми расположен звукопоглотитель, а эффективность шумоглушения возрастает за счет подбора геометрических параметров корпуса и втулок и пористости структуры звукопоглотителя.

Глушитель шума на рис. 5 содержит впускной патрубок 1 с отверстием 2, и жестко связанный с ним корпус. Корпус содержит патрубок 1, выполненный в виде одной из боковых крышек 3 корпуса, перпендикулярно к которой жестко прикреплена звукопоглощающая конструкция в виде цилиндрических перфорированных коаксиальных

штулок внешней 5 и внутренней 6, причем другой конец внутренней цилиндрической штулки 6 жестко соединен со второй боковой крышкой 4 корпуса посредством винта 8, взаимодействующего с резьбовой частью штулки, причем во внутренней штулке 6 выполнены калиброванные отверстия 7 диаметром d_1 , оси которых перпендикулярны оси штулки 6, а крышки 3 и 4 имеют буртики для фиксации внешней штулки 5, причем отношение длины H штулки 5 из пористого материала к ее диаметру D находится в диапазоне оптимальных величин: $H/D = 1,5...2,5$. Два элемента 5 и 6 звукопоглощающей конструкции выполнены в виде цилиндрических перфорированных коаксиальных штулок внешней 5 и внутренней 6, между которыми расположен звукопоглотитель 10, выполненный, по крайней мере, из одного профилированного пористого листа, причем в профиль листа в сечении может быть треугольным, прямоугольным, трапециидальным, в виде дуг окружностей, синусоидальным. Звуковые волны вместе с турбулентным потоком сжатого воздуха от пневматического оборудования поступают через впускной патрубок 1, через его отверстие 2 в корпус 1. При этом явление лучевого эффекта полностью исключается за счет наличия звукопоглощающей конструкции, выполненной в виде цилиндрических перфорированных коаксиальных штулок внешней 5 и внутренней 6, между которыми расположен звукопоглотитель 10, выполненный, по крайней мере, из одного профилированного пористого листа.

Выводы.

1. Разработана методика расчета и создана конструкция аэродинамического глушителя шума комбинированного типа, т.е. состоящего из звукопоглощающих элементов, расширительной камеры и резонансных полостей, причем активная часть глушителя (звукопоглощающие элементы облицовки камеры) входит составной частью в реактивную, образуя камерный глушитель, параллельно с которым работает резонансный глушитель, расположенный в его корпусе.

2. Результаты проведенных испытаний подтвердили основные положения методики и выбранных расчетных схем и показали, что общая эффективность комбинированного глушителя шума на выходе составляет в полосе частот 250...8000 Гц 13...20 дБ, а уровни звукового давления при работе с пылесосом Т-1, оснащенным глушителями шума на входе и выходе побудителя тяги при скорости 11200 об/мин не превышают санитарно-гигиенические нормы.

3. Разработанные средства модернизации серийного глушителя для пылесоса НПП-2, выполненные с использованием элементов звукопоглощения, позволили повысить его эффективность в высокочастотной области на 8...12 дБ.

Примечания:

1. ГОСТ 12.1.003-83.ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. М.: Госстандарт, 1984 г.

2. ОСТ 27-72-218-85.ССБТ. Оборудование для легкой промышленности и производства химволокна. Методы определения характеристик. М.: ВНИИЛтекмаш, 1985.

3. А.С. СССР № 1567184. Пылесос/Семов А.Д., Кочетов О.С., Церлюк М.Б. Опубликовано. Бюллетень изобретений № 20, от 27.10.1990 г.

4. Кочетов О.С. Методика расчета шума в производственных помещениях текстильных предприятий // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 1997, № 2. С. 106-111.

5. 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.

6. Сажин Б.С., Кочетов О.С. Снижение шума и вибраций в производстве: Теория, расчет, технические решения. М., 2001. 319 с.

7. Кочетов О.С. Расчет акустических характеристик промышленного пылесоса для ткацкого производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2001, № 2. С.99-104.

8. Кочетов О.С. Методика расчета средств снижения шума промышленного пылесоса для прядильного производства // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. 2003, № 6. С.91-97.

9. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Синев А.В., Ходакова Т.Д. Методика расчета снижения шума звукопоглощением в условиях текстильного производства // Безопасность жизнедеятельности. 2002, № 6. С. 13-17.

10. Сажин Б.С., Кочетов О.С., Ходакова Т.Д. Методы и средства снижения шума и вибрации в текстильной промышленности // Безопасность жизнедеятельности. 2004, № 11. С. 10-15.

11. Кочетов О.С. Расчет малошумной системы вентиляции // Безопасность труда в промышленности. 2010, № 1, С. 22-25.

12. Кочетов О.С. Расчет аэродинамических глушителей шума // Безопасность труда в промышленности. 2-13. № 9. С. 60-63.

13. Кочетов О.С. Реактивный глушитель шума промышленного пылесоса. / Патент РФ № 2305779, Б.И. № 25 от 10.09.2007 г.

14. Кочетов О.С. Камерный глушитель шума промышленного пылесоса. / Патент РФ № 2305783, Б.И. № 25 от 10.09.2007 г.

15. Кочетов О.С., Кочетова М.О., Кочетов С.С., Кочетов С.С. Реактивный глушитель шума промышленного пылесоса. // Патент РФ на изобретение № 2305779. Опубликовано 10.09.2007. Бюллетень изобретений № 25.

16. Кочетов О.С., Кочетова М.О., Кочетов С.С., Кочетов С.С. Камерный глушитель шума промышленного пылесоса. // Патент РФ на изобретение № 2305783. Опубликовано 10.09.2007. Бюллетень изобретений № 25.

17. Кочетов О.С. Аэродинамический глушитель шума выпуска Кочетова. // Патент РФ на изобретение № 2389884. Опубликовано 20.05.10. Бюллетень изобретений № 14.

18. Кочетов О.С. Аэродинамический глушитель шума Кочетова. // Патент РФ на изобретение № 2412360. Опубликовано 20.02.11. Бюллетень изобретений № 5.

19. Кочетов О.С. Аэродинамический глушитель. // Патент РФ на изобретение № 2411370. Опубликовано 10.02.11. Бюллетень изобретений № 4.

References:

1. GOST 12.1.003-83.SSBT. Shum. Obshchie trebovaniya bezopasnosti. M.: Gosstandart, 1984 g.

2. OST 27-72-218-85.SSBT. Oborudovanie dlya legkoi promyshlennosti i proizvodstva khimvolokon. Metody opredeleniya kharakteristik. M.: VNIITekmash, 1985.

3. A.S. SSSR № 1567184. Pylesos/Semov A.D., Kochetov O.S., Tserlyuk M.B. Opublikovano. Byulleten' izobretenii № 20, ot 27.10.1990 g.

4. Kochetov O.S. Metodika rascheta shuma v proizvodstvennykh pomeshcheniyakh tekstil'nykh predpriyatii // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti. 1997, № 2. S. 106-111.

5. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Zubov P.O. Metodika rascheta snizheniya shuma zvukopogloshcheniem v usloviyakh tekstil'nogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti. 2000, № 6. S.87-92.

6. Sazhin B.S., Kochetov O.S. Snizhenie shuma i vibratsii v proizvodstve: Teoriya, raschet, tekhnicheskie resheniya. M., 2001. 319 s.

7. Kochetov O.S. Raschet akusticheskikh kharakteristik promyshlennogo pylesosa dlya tkatskogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti. 2001, № 2. S.99-104.

8. Kochetov O.S. Metodika rascheta sredstv snizheniya shuma promyshlennogo pylesosa dlya pryadil'nogo proizvodstva // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti. 2003, № 6. S.91-97.

9. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Sinev A.V., Khodakova T.D. Metodika rascheta snizheniya shuma zvukopogloshcheniem v usloviyakh tekstil'nogo proizvodstva // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2002, № 6. S. 13-17.

10. Sazhin B.S., Kochetov O.S., Khodakova T.D. Metody i sredstva snizheniya shuma i vibratsii v tekstil'noi promyshlennosti // Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. 2004, № 11. S. 10-15.

11. Kochetov O.S. Raschet maloshumnoi sistemy ventilyatsii // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2010, № 1, S. 22-25.

12. Kochetov O.S. Raschet aerodinamicheskikh glushitelei shuma // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2-13. № 9. S. 60-63.
13. Kochetov O.S. Reaktivnyi glushitel' shuma promyshlennogo pylesosa. / Patent RF № 2305779, B.I. № 25 ot 10.09.2007 g.
14. Kochetov O.S. Kamernyi glushitel' shuma promyshlennogo pylesosa. / Patent RF № 2305783, B.I. № 25 ot 10.09.2007 g.
15. Kochetov O.S., Kochetova M.O., Kochetov S.S., Kochetov S.S. Reaktivnyi glushitel' shuma promyshlennogo pylesosa. // Patent RF na izobrenie № 2305779. Opublikovano 10.09.2007. Byulleten' izobretenii № 25.
16. Kochetov O.S., Kochetova M.O., Kochetov S.S., Kochetov S.S. Kamernyi glushitel' shuma promyshlennogo pylesosa. // Patent RF na izobrenie № 2305783. Opublikovano 10.09.2007. Byulleten' izobretenii № 25.
17. Kochetov O.S. Aerodinamicheskii glushitel' shuma vypuska Kochetova. // Patent RF na izobrenie № 2389884. Opublikovano 20.05.10. Byulleten' izobretenii № 14.
18. Kochetov O.S. Aerodinamicheskii glushitel' shuma Kochetova. // Patent RF na izobrenie № 2412360. Opublikovano 20.02.11. Byulleten' izobretenii № 5.
19. Kochetov O.S. Aerodinamicheskii glushitel'. // Patent RF na izobrenie № 2411370. Opublikovano 10.02.11. Byulleten' izobretenii № 4.

УДК 697.922

Исследования акустических характеристик многокамерных комбинированных аэродинамических глушителей шума

Олег Савельевич Кочетов

Московский государственный университет приборостроения и информатики, Российская Федерация
Доктор технических наук, профессор
E-mail: o_kochetov@mail.ru

Аннотация. В работе приведены исследования мероприятий по снижению шума путем применения многокамерных комбинированных аэродинамических глушителей шума в промышленных пылесосах. Актуальность работы заключается в том, что при эксплуатации промышленных пылесосов наблюдается превышение уровней шума, регламентированных ГОСТ 12.1.003-83, например акустические характеристики пылесосов типов Т-1 и НПП-2 с серийными глушителями шума при частоте вращения $n=3000$ об/мин и плотности установки $q = 0,01$ шт/м² не соответствуют нормативным требованиям, причем превышение уровней звукового давления наблюдается в основном в высокочастотной области 1000...8000 Гц и составляет порядка 7...10 дБ. В качестве первого варианта был испытан серийно устанавливаемый на пылесосе типа НПП-2 многокамерный реактивный глушитель, а в качестве второго варианта испытана схема нового многокамерного глушителя с обработкой внутренних полостей звукопоглотителем толщиной 10 мм. Кроме того, в работе представлены новые конструкции аэродинамических глушителей шума для систем выпуска воздуха с увеличенным звукопоглощением стенок корпуса глушителя.

Ключевые слова: снижение шума в источнике; звуковая энергия; глушитель аэродинамического шума; акустические характеристики.