

*РАСЧЕТ ГЛУШИТЕЛЯ ШУМА***Р.И. ШУТОВ, Т.Г. КОРОТКОВА, М.А. ХАМУЛА**

*Кубанский государственный технологический университет,  
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2;  
электронная почта: dannycross17@mail.ru;  
korotkova1964@mail.ru; maria\_hamyla76@mail.ru*

Серьезными источниками шума в городах являются тепловые электрические станции (ТЭС). Ейская ТЭС расположена рядом с жилой застройкой, где нормы допустимого уровня шума приняты значительно более жесткими, чем в цехах электростанции. Установлено, что шум производят турбина, котел, насосы, размольные устройства, охлаждающие вентиляторы и т.д. Длительное воздействие шума может привести к заболеванию человека шумовой болезнью. Для снижения уровня шума на Ейской ТЭС установлен шумоглушитель. Приведен расчет трубчатого диссипативного глушителя шума. При его длине 2 м в пределах частот октановой полосы от 63-8000 снижение шума будет от 1,5 дБ на низких и высоких частотах и до 12 дБ на средних частотах. Для увеличения потерь звуковой энергии в каналах глушителя применена конструкция стенок с большим коэффициентом звукопоглощения. Конструктивное решение трубчатого глушителя с шумогасящими насадками для устьев двуствольных выхлопных труб приведено на фото. Изменение показателя направленности устьев срезов двуствольных труб уменьшило уровень излучаемого шума в жилую застройку.

**Ключевые слова:** теплоэлектростанция, шумоглушитель, шумовое воздействие.

Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха. Работающий в условиях длительного шумового воздействия испытывает раздражительность, головную боль, головокружение, снижение памяти, повышенную утомляемость, нарушение сна. Длительное воздействие шума может привести к заболеванию человека шумовой болезнью, называемой нейросенсорной тугоухостью, к изменению кровяного давления, сужению кровеносных сосудов, расширению зрачков глаз, а также является причиной потери слуха, некоторых нервных заболеваний и снижения продуктивности в работе.

Причинами возникновения шума являются механические, аэродинамические и электрические явления, определяемые конструктивными и технологическими особенностями оборудования, а также условиями

эксплуатации. В связи с этим различают шумы механического, аэродинамического и электрического происхождения.

К наиболее серьезным источникам шума в городах относятся тепловые электрические станции (ТЭС). Все выбросы и сбросы ТЭС оказывают вредное влияние на весь комплекс живой природы. На окружающую среду могут оказывать некоторое влияние электромагнитные поля высоковольтных линий электропередачи между ТЭС и потребителями электроэнергии [1]. В решении общей проблемы охраны воздушного бассейна от вредных выбросов энергоустановок все более существенное значение приобретают вопросы борьбы с шумом.

Шум характеризуется определенной частотой, или спектром, выражаемым в герцах, и уровнем звукового давления (интенсивностью), измеряемым в децибелах. При этом существуют определенные нормы СНИП, устанавливающие допустимый уровень шума, как в рабочих зонах, так и на селитебных территориях.

По ГОСТ 12.1.029-80 «ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация» глушители шума в зависимости от принципа действия подразделяются на: абсорбционные, реактивные и комбинированные. Глушители шума относятся к акустическим средствам защиты от шума.

В практике борьбы с шумом используют глушители различных типов, выбор которых зависит от конкретных условий каждой установки, спектра шума и требуемого заглушения. По конструкции глушители разделяются на трубчатые, сотовые, пластинчатые и камерные. Для увеличения потерь звуковой энергии в каналах глушителей применяют конструкции стенок с большим коэффициентом звукопоглощения. В качестве звукопоглощающего слоя применяют мягкие маты из стекловолокна, полужесткие плиты из стекловолокна или минераловатные плиты.

Для снижения уровня шума на ООО «Ейская ТЭС» выбран трубчатый глушитель, который представляет собой сборную металлическую секцию круглого сечения, облицованную по периметру волокнистым

звукопоглощающим материалом. Глушители этого типа применяют в вентиляционных системах для заглушения шума всасывающих и выхлопных воздухопроводов компрессоров малой производительности низкого и высокого давления и мелких газотурбинных установок [2, 3].

Простой диссипативный глушитель представляет собой прямую трубу со звукопоглощающей облицовкой круглого или прямоугольного поперечного сечения без каких-либо соединений (рисунок 1) по ГОСТ 31328-2006 «Шум. Руководство по снижению шума глушителями».

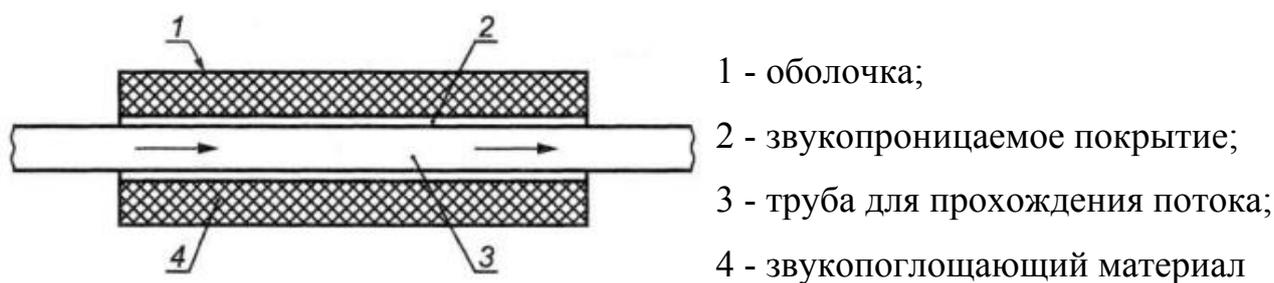


Рисунок 1 – Диссипативный глушитель.

Расчет шумоглушителя проведем по методике, изложенной в справочнике Е.Я. Юдина [3]. Тип и размеры шумоглушающих устройств выбраны по наибольшим значениям требуемого снижения шума, полученным акустическим расчетом для разных точек, и по необходимой пропускной способности, т.е. необходимой площади абсолютного проходного (свободного) сечения глушителя  $F_{св}$ , м<sup>2</sup>. В глушителях всасывания газодинамических установок допустимая скорость воздуха обычно принимается не более 10-15 м/с, в соответствии с допустимым противодавлением. Допустимой (в каждом конкретном случае) будет такая скорость потока, при которой уровни удельного генерируемого в глушителе шума не превышают в каждой октавной полосе определенной допустимой величины  $L_{Pуд.дон}$ . [4].

Выполним расчет глушителя шума для ООО «Ейская ТЭС» для снижения уровня шума до нормативных значений. По данным, предоставленным ООО «Ейская ТЭС», в качестве исходных данных примем:

$G = 30 \text{ м}^3/\text{с}$  – расход воздуха или газовой смеси, протекающего через глушитель;

$V_{\text{доп}} = 15$  – допустимая скорость протекания воздуха или газовой смеси в глушителе;

$D = 1000 \text{ мм}$  – внутренний диаметр трубы;

$L_{\text{р исх}} = 114 \text{ дБ}$  – уровень звуковой мощности шума на входе в глушитель;

$\Delta L_{\text{тр}} = 3 \text{ дБ}$  – требуемое заглушение шума в глушителе.

Для расчета примем вертикальный трубчатый диссипативный глушитель, который обеспечивает достаточно большое снижение шума в широком диапазоне частот и обладает минимальным аэродинамическим сопротивлением (рисунок 2).

Необходимая площадь абсолютного свободного сечения глушителя  $F_{\text{св}}$ ,  $\text{м}^2$ , связана с допустимой скоростью протекания воздушной или газовой смеси и определяется из соотношения

$$F_{\text{св}} \geq \frac{G}{V_{\text{доп}}}, \tag{1}$$

где  $G$  – расход воздуха или газовой смеси, протекающего через глушитель,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $V_{\text{доп}}$  – допустимая скорость протекания воздуха или газовой смеси в глушителе,  $\text{м}/\text{с}$ .

$$F_{\text{св}} \geq 30/15 \geq 2.$$

По таблице 1 примем относительное свободное сечение  $F_{\text{св}} = 70 \%$  и число рядов звукопоглотителей  $n = 2$ .

Таблица 1-Значения величины  $10 \lg P(l)$  для глушителей с цилиндрическими пространственными звукопоглотителями (при скорости 15-60 м/с).

Относительное свободное сечение $F_{\text{св}}, \%$	Число рядов звукопоглотителей $n$	Среднегеометрическая частота октановой полосы, Гц				
		63	125	250	500	1000 и выше
70	2	2,5	2,1	1,5	1	0

Для каждой частоты вычислим допустимый уровень удельной звуковой мощности генерируемого в глушителе шума  $L_{Руд.доп.}$ , дБ, по выражению

$$L_{Руд.доп.} = L_{р\ иск} - \Delta L_{тр} - 10\lg \Pi(l) - 10\lg M - 5, \quad (2)$$

где  $\Pi(l)$  – величина, характеризующая затухание звука в глушителе, дБ, при наличии потока; значение  $10\lg \Pi(l)$  для цилиндрических звукопоглотителей приведено в таблице 1;  $M$  – геометрический параметр, значения которого для различных типов глушителей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Геометрический параметр глушителя  $M$

Тип	Параметр
Трубчатый	Звукопоглощающий параметр $\pi D$ ( $D$ – внутренний диаметр, м)

В результате подбора глушителя по таблицам 1 и 2, обладающего необходимой эффективностью и имеющего внутренний диаметр  $D = 1000$  мм, определим толщину облицовки, мм, и скорость потока, м/с, для трубчатых глушителей по таблице 3.

Требуемая длина глушителя  $L_{тр}$ , м.

$$L_{тр} = \Delta L_{тр} / \Delta L_1,$$

где  $\Delta L_{тр}$  - расчетное требуемое заглушение шума в данной октавной полосе, дБ;  $\Delta L_1$  - затухание на 1 м длины глушителя, дБ.

$$L_{Руд.доп. 63} = 114 - 3 - 10\lg 2,5 - 10\lg 3,14 - 5 = 97$$

$$L_{Руд.доп. 125} = 114 - 3 - 10\lg 2,1 - 10\lg 3,14 - 5 = 98$$

$$L_{Руд.доп. 250} = 114 - 3 - 10\lg 1,5 - 10\lg 3,14 - 5 = 99$$

$$L_{Руд.доп. 500} = 114 - 3 - 10\lg 1 - 10\lg 3,14 - 5 = 101$$

$$L_{Руд.доп. 1000 \text{ и выше}} = 114 - 3 - 10\lg 0,01 - 10\lg 3,14 - 5 = 121$$

Таблица 3 – Затухание  $\Delta L_1$ , дБ, на 1 м длины для трубчатых глушителей или облицованных каналов круглого сечения.

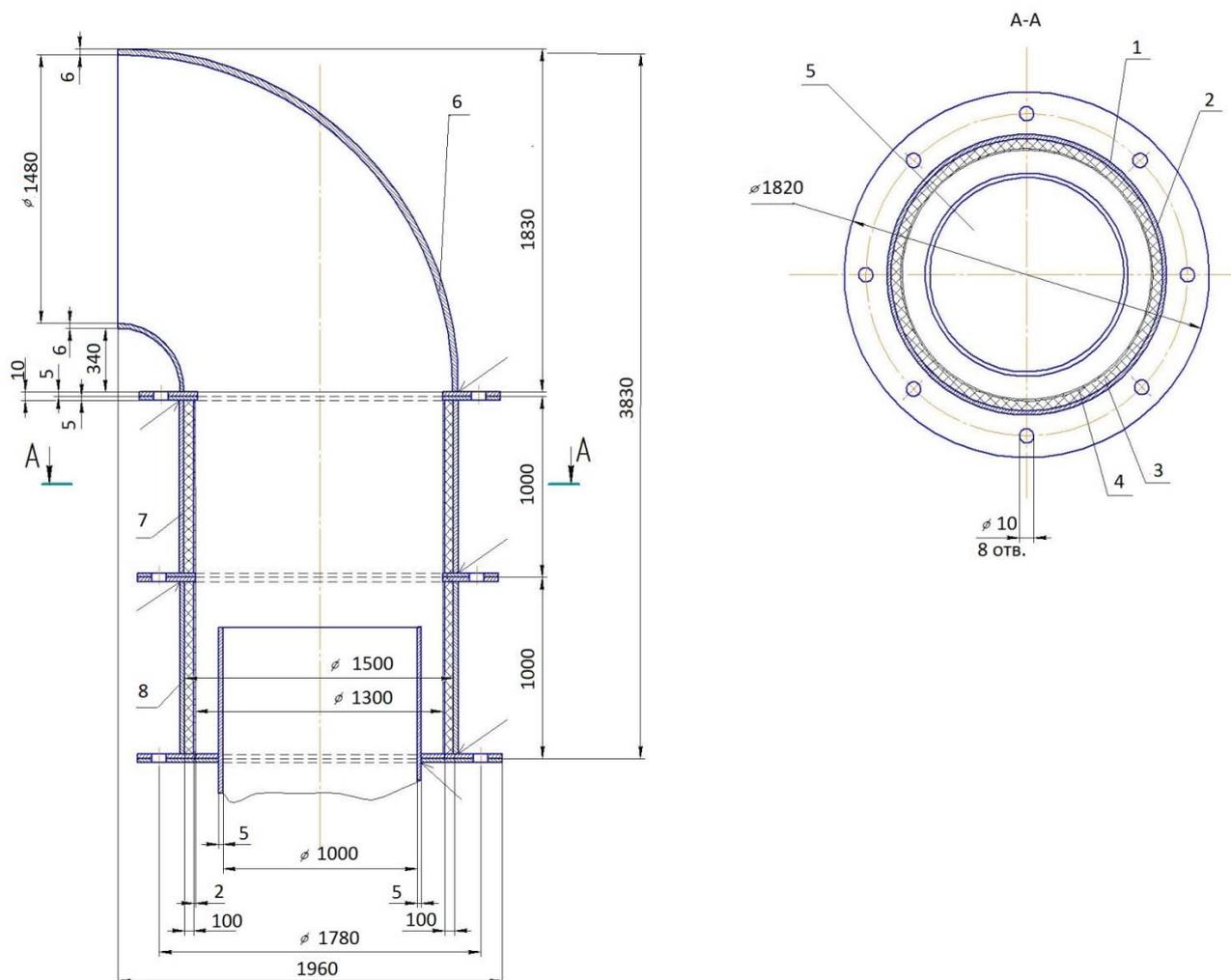
Звукопоглощающая конструкция	Толщина облицовки,	Внутренний диаметр $D$ ,	Скорость потока, $v$ , м/с	Среднегеометрическая частота							
				октановой полосы, Гц							
				63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Полужесткие минераловатные плиты, $\rho_{cp} = 100 \text{ кг/м}^3$ , в оболочке из стеклоткани марки Э-0,1 и металлического перфорированного листа	100	1000	Менее 20	0,8	2,6	3,7	6	3,6	2,5	1,2	0,5

Тогда:

$$L_{тр} = 3/1,5 = 2 .$$

Выберем материал для изготовления шумоглушителя.

При коэффициенте перфорации (отношение площади отверстий к общей площади перфорированной трубы) равном 0,2 или больше и толщине стенок перфорированного покрытия от 0,5 до 2,0 мм наличие такой трубы практически не сказывается на ослаблении шума глушителем. Уменьшение коэффициента перфорации приводит к снижению эффективности глушителя в области высоких частот. В качестве ветрозащитных покрытий применим акустически прозрачные негорючие стеклоткани и сетки Э2-80, Э3-200 (ГОСТ 19907-83 Ткани электроизоляционные из стеклянных крученых комплексных нитей. Технические условия). В качестве звукопоглощающего материала можно использовать плиты минераловатные полужесткие марки ПП100, маты марок АТМ-1, АТМ-3, АТМ-7 из супертонкого стекловолокна или базальтовых волокон. Такие материалы не горят и не тлеют [5].



- 1 - корпус глушителя; 2 - звукопоглощающий материал;
- 3 - ветрозащитное покрытие (стеклоткань Э2-80, Э3-100 и Э3-200);
- 4 - перфорированная труба (толщина 2 мм (процент перфорации 27-40 %));
- 5 - канал трубопровода; 6-8 - секции глушителя

Рисунок 2 - Трубчатый глушитель шума для устья двухствольной выхлопной трубы .

По таблице 3 определим эффективность глушителя при его длине 2 м. Получим, что снижение шума в пределах частот октановой полосы от 63-8000 будет от 1,5 дБ на низких и высоких частотах и до 12 дБ на средних частотах.

Конструктивное решение трубчатого глушителя с шумогасящими насадками для устьев двухствольных выхлопных труб (рисунок 2) предложено проф. Гориным В.А. и доц. Клименко В.В. (КубГТУ). Он состоит из трех секций: две секции – секции трубчатого глушителя длиной 1000 мм и одна секция – загнутая концевая часть трубы глушителя без звукопоглощающего

<http://ntk.kubstu.ru/file/1003>

материала, обеспечивающая ориентацию выходных отверстий двуствольных выхлопных трубопроводов в сторону, противоположную жилым домам. Глушитель шума (2 шт.) после модернизации на ООО «Ейская ТЭС» приведен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Шумоглушитель на Ейской ТЭС.

Таким образом, изменение показателя направленности устьев срезов двуствольных труб и трубчатый глушитель шума уменьшили уровень излучаемого шума в жилую застройку до нормативных значений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Графкина М.В., Свиридова Е.Ю. Исследование электромагнитных полей линий электропередач и рекомендации по снижению их негативного воздействия // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 2. С. 133-135.

2. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др.; под общ. ред. Е.Я. Юдина. – М.:

Машиностроение, 1985. – 400 с.

3. Е.Я. Юдин, И.Д. Рассадина, В.Н. Никольский и др. / Под ред. Е.Я. Юдина. «Справочник проектировщика. Защита от шума». - М.: Стройиздат, 1974. - 134 с.

4. Гусев В.П., Леденев В.И., Ляшко М.Ю. Расчет и проектирование шумоглушения систем вентиляции, кондиционирования воздуха, холодоснабжения и воздушного отопления: Справочное пособие к актуализированной редакции СНиП 23-03-2003 (СП 51.133630.2011)/ Под ред. д.т.н., проф. Шубина И.Л.-М.:НИИ строительной физики РААСН, 2013. - 80 с.

5. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом Учебник. - М.: Университетская книга, Логос, 2008. - 424 с.

#### REFERENCES

1. Grafkina M.V., Sviridova E.Yu. Issledovanie elektromagnitnykh poley liniy elektroperedach i rekomendatsii po snizheniyu ikh negativnogo vozdeystviya // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. 2010. № 2. S. 133-135.

2. Borba s shumom na proizvodstve: spravochnik / E.Ya. Yudin, L.A. Borisov, I.V. Gorenshteyn i dr.; pod obshch. red. E.Ya. Yudina. – М.: Mashinostroenie, 1985. – 400 с.

3. E.Ya. Yudin, I.D. Rassadina, V.N. Nikolskiy i dr. / Pod red. E.Ya. Yudina. «Spravochnik proektirovshchika. Zashchita ot shuma». - М.: Stroyizdat, 1974.-134 с.

4. Gusev V.P., Ledenev V.I., Lyashko M.Yu. Raschet i proektirovanie shumoglusheniya sistem ventilyatsii, konditsionirovaniya vozdukha, kholodosnabzheniya i vozdushnogo otopleniya: Spravochnoe posobie k aktualizirovannoy redaktsii SNIp 23-03-2003 (SP 51.133630.2011)/ Pod red. d.t.n., prof. Shubina I.L.-M.:NII stroitelnoy fiziki RAASN, 2013. - 80 с.

5. Ivanov N.I. Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika borby s shumom Uchebnik. - М.: Universitetskaya kniga, Logos, 2008. - 424 с.

*CALCULATION SILENCER***R.I. SHUTOV, T.G. KOROTKOVA, M.A. KHAMULA**

*Kuban State Technological University,  
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,  
e-mail: dannycross17@mail.ru;  
korotkova1964@mail.ru; maria\_hamyla76@mail.ru*

A major source of noise in city are thermal power plants (TPP). Eisk TPP is located near the residential area, where the permissible noise level standards adopted much more stringent than in the power plants. It was found that the noise produced turbine, boiler, pumps, grinding device, cooling fans, etc. Prolonged exposure to noise can cause human disease noise disease. To reduce noise on the Yeysk TPP installed silencer. The calculation of the tubular dissipative silencer. With its length of 2 m within the frequency band of 63-8000 octane noise reduction is 1,5 dB at low and high frequencies and up to 12 dB in the midrange. To increase the loss of sound energy applied in channels silencer wall structure with a large absorption coefficient. Constructive solution tubular silencer Noise reduction with nozzles for estuaries double-barreled exhaust pipes is shown in the photo. Change in the direction of double-barrel pipe sections estuaries reduced level of radiated noise in residential development.

**Key words:** power station, silencer, noise impact.