

УДК 502.3:621.311.23

АКУСТИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ МИНИ-ТЭЦ С ГАЗОПОРШНЕВЫМИ И ДИЗЕЛЬНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Пачурин Г.В., Филатов Д.А.

ФГБОУ ВПО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»,
Нижний Новгород, e-mail: PachurinGV@mail.ru

В работе дана экологическая оценка возможных последствий на окружающую среду, жизнь и здоровье населения. Показано, что при решении выбора источника энергии необходимо учитывать не только экономические, но и экологические последствия возможного влияния объектов энергетики при строительстве и эксплуатации. Комбинированное производство энергии двух видов на мини-ТЭЦ способствует гораздо более экологичному использованию топлива по сравнению с отдельной выработкой электроэнергии и тепловой энергии на котельных установках, но и повышению чистоты воздушного бассейна, улучшению общего экологического состояния окружающей среды. Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха. В работе рассмотрено воздействие мини-ТЭЦ с дизельными и газопоршневыми двигателями мощностью 1000 кВт на окружающую среду. Установлено, что шум, создаваемый электростанцией, состоящей из 4 газопоршневых двигателей мощностью 1000 кВт, будет ниже допустимого для территории, непосредственно прилегающей к жилым домам. Поэтому специальных мероприятий по снижению шума не требуется.

Ключевые слова: энергетика, электростанции, дизельные двигатели, газопоршневые двигатели, мини-ТЭЦ, шум, территория жилых домов, окружающая среда

THE ACOUSTIC IMPACT OF THE MINI-CHP PLANTS WITH GAS AND DIESEL ENGINES ON THE ENVIRONMENT

Sosnina E.N., Masleeva O.V., Pachurin G.V., Filatov D.A.

ФГБОУ ВПО «Nizhny Novgorod state technical University, R.E.. Alekseev, Nizhny Novgorod,
e-mail: PachurinGV@mail.ru

In this work the environmental assessment of the possible effects on the environment, life and health. It is shown that the solution of the energy source of choice should take into account not only economic, but also environmental consequences of the possible impact of energy facilities during construction and operation. Cogeneration two types of mini-CHP contribute much more environmentally sound use of fuel compared to the separate generation of electricity and heat in boilers, but also improve the purity of the air basin, improve the overall health of the environment. Intense noise exposure on the human body adversely affects the course of the nerve processes, promotes the development of fatigue, changes in the cardiovascular system and cause noise pathology of many manifestations which leading clinical symptom is a slowly progressive hearing loss. In the paper we examine the impact of CHP with diesel engines and gazoporshneymi 1000 kW on the environment. Found that the noise generated by the power plant, consisting of four gas engines of 1000 kW, will be below normal for the area immediately adjacent to the homes. Therefore, special measures to reduce the noise is not required.

Keywords: energy, power plants, diesel engines, gas engines, CHP, noise, land houses, environment

Развитие мировой и российской энергетики требует решения проблемы экологической оценки возможных последствий на окружающую среду, жизнь и здоровье населения. Объекты энергетики по степени влияния на окружающую среду принадлежат к числу наиболее интенсивно воздействующих на биосферу. Поэтому при решении выбора источника энергии необходимо учитывать не только экономические, но и экологические последствия возможного влияния объектов энергетики при строительстве и эксплуатации.

Комбинированное производство энергии двух видов на мини-ТЭЦ способствует гораздо более экологичному использованию топлива по сравнению с отдельной выработкой электроэнергии и тепловой энергии на котельных установках, но и повышению чистоты воздушного бассейна, улучшению

общего экологического состояния окружающей среды.



Преимуществами когенерации являются: экономия топлива до 40%, уменьшение потерь при передаче энергии, широкая сфера применения, возможность исполь-

зования в качестве аварийных источников электроэнергии там, где не допускаются перебои в электроснабжении потребителей.

При эксплуатации мини-ТЭЦ происходит загрязнение атмосферного воздуха продуктами сгорания топлива, тепловое и акустическое загрязнение окружающей среды [1]. Интенсивное шумовое воздействие на организм человека неблагоприятно влияет на протекание нервных процессов, способствует развитию утомления, изменениям в сердечно-сосудистой системе и появлению шумовой патологии, среди многообразных проявлений которой ведущим клиническим признаком является медленно прогрессирующее снижение слуха.

В данной работе рассмотрено воздействие мини-ТЭЦ с дизельными и газопоршневыми двигателями мощностью 1000 кВт на окружающую среду.

Двигатель является сложным источником акустического излучения, мощность которого определяется потоками звуковой энергии от нескольких различных источников. Источниками шума являются узлы и агрегаты двигателя, а также газодинамические процессы, происходящие в системах и топливной аппаратуре [2]. По укрупненной классификации источники шума, производимого двигателем внутреннего сгорания, складываются из:

- 1) акустического излучения аэродинамического происхождения;
- 2) шума, вызываемого механическими колебаниями наружных поверхностей двигателя.

Шумы аэродинамического происхождения связаны с системой турбонаддува и непосредственно с всасыванием и выпуском. Причинами шума газодинамического (гидравлического) происхождения являются возмущения, проявляющиеся при движении газообразной и жидкой сред в проточных частях механизмов и трубопроводах, при обтекании тел и сгорании топлива. В окружающую среду шум передается в виде вибраций и колебаний наружных поверхностей двигателя, колебаний воздуха на впуске и выпуске.

Шум механического происхождения возникает вследствие неуравновешенности вращающихся частей механизмов и устройств, наличия сил инерции и моментов этих сил, соударении деталей в подвижных сочленениях кривошипно-шатунного механизма, в системе газораспределения и в элементах топливоподающей аппаратуры; резкое возрастание сил от действия га-

зов на основные детали двигателя, возникающие при процессе сгорания.

Дизельные мини-ТЭЦ

Для оценки шумового воздействия дизельной установкой мощностью 1000 кВт необходимо произвести расчет уровня звукового давления на территории, прилегающей к зданию.

Дизельная установка размещена в здании, имеющем размеры 10×16×5 м. Стены выполнены в один кирпич.

Согласно каталогу технических данных дизельные электроагрегатов номинальной мощностью 500–1000 кВт создают уровень звукового давления 102 дБА.

Расчет шума выполняли в соответствии со СНиП 23.03.2003 «Защита от шума» [3–5]. Рассчитаем шум у стены здания.

Октавные уровни звукового давления L , дБ, в расчетных точках внутри здания при работе одного источника шума определяли по формуле:

$$L = L_w + 10 \lg \left(\frac{\chi \Phi}{\Omega r^2} + \frac{4}{k B} \right), \quad (1)$$

где L_w – октавный уровень звуковой мощности, дБ; χ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля; Φ – фактор направленности источника шума; Ω – пространственный угол излучения источника, рад; r – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м; k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении; B – акустическая постоянная помещения, м².

Акустическая постоянная помещения:

$$B = \frac{A}{1 - \alpha_{cp}}, \quad (2)$$

где α_{cp} – средний коэффициент звукопоглощения; A – эквивалентная площадь звукопоглощения, м².

Эквивалентная площадь звукопоглощения:

$$A = \alpha_i \cdot S_i, \quad (3)$$

где α_i – коэффициент звукопоглощения i -й поверхности; S_i – площадь i -й поверхности, м².

Для расчета приняты следующие значения:

$L_w = 102$ дБА, $\chi = 2$; $\Phi = 1$; $\Omega = 2\pi$ рад; $r = 4$ м; $k = 1,25$; $\alpha_{cp} = 0,15$; $S = 260$ м²; $A = 39$ м²; $B = 45,9$ м².

Величина шума внутри здания составляет: $L = 91,5$ дБА.

Уровень звуковой мощности шума L^{np} , дБ, прошедшей через ограждение на территории рассчитывается по формуле:

$$L^{np} = L - \lg B_{ш} - 10 \lg K + \lg S - R, \quad (4)$$

где L_i – уровень звуковой мощности источника, дБА; $B_{ш}$ – акустическая постоянная помещения с источником (источниками) шума, m^2 ; k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении; S – площадь ограждения, m^2 ; R – изоляция воздушного шума ограждением, дБА.

Для расчета шума, прошедшего через стену, приняты следующие значения:

$L_w = 91,5$ дБА, $B_{ш} = 45,9$ m^2 , $k = 1,25$; $S = 80$ m^2 , $R = 54$ дБ уменьшение шума стеной в один кирпич.

В результате расчета получается, что величина шума с наружной стороны здания составляет $L^{np} = 36,8$ дБА.

Допустимые уровни шума на территории около домов согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» приведены в таблице.

Допустимые уровни шума

Назначение территорий	Время суток, ч	Уровни звука и эквивалентные уровни звука (в дБА)
Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00–23.00	55
	23.00–7.00	45

Таким образом, шум, создаваемый дизельной установкой, будет ниже допустимого для территории, непосредственно прилегающей к жилым домам. Поэтому специальных мероприятий по снижению шума не требуется.

Газопоршневые мини-ТЭЦ

Для оценки шумового воздействия электростанции, состоящей из 4 газопоршневых двигателей мощностью 1000 кВт, необходимо произвести расчет уровня звукового давления на территории, прилегающей к зданию.

Электростанция размещена в здании, имеющем размеры 30×16×6 м. Стены выполнены в один кирпич.

Согласно каталогу технических данных электроагрегат номинальной мощностью 1000кВт создает уровень звукового давления 99 дБА.

Акустический расчет уровня звукового давления L , дБ, в помещении с несколькими источниками шума:

$$L = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{10^{0,1L_{wi}} \cdot \chi_i \Phi_i}{\Omega \cdot r_i^2} + \frac{4}{kB} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{wi}} \right), \quad (5)$$

где L_w – октавный уровень звуковой мощности, дБ; χ – коэффициент, учитывающий влияние ближнего поля; Φ – фактор направленности источника шума; Ω – пространственный угол излучения источника, рад; r – расстояние от акустического центра источника шума до расчетной точки, м; k – коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении; B – акустическая постоянная помещения, m^2 .

Для расчета приняты следующие значения:

$L_w = 99$ дБА, $\chi = 2$; $\Phi = 1$; $\Omega = 2\pi$ рад;
 $r = 1$ м; $k = 1,25$; $\alpha_{cp} = 0,15$; $S = 1032$ m^2 ;
 $A = 154,8$ m^2 ; $B = 182,12$ m^2 .

Величина шума внутри здания составляет: $L = 98,86$ дБА.

Для расчета шума, прошедшего через стену, приняты следующие значения:

$L = 98,86$ дБА, $B_{ш} = 182,12$ m^2 , $k = 1,25$; $S_{отр} = 180$ m^2 , $R = 54$ дБ уменьшение шума стеной в один кирпич.

В результате расчета получается, что величина шума с наружной стороны здания составляет $L^{np} = 43,9$ дБА.

Таким образом, шум, создаваемый электростанцией, состоящей из 4 газопоршневых двигателей мощностью 1000 кВт, будет ниже допустимого для территории, непосредственно прилегающей к жилым домам. Поэтому специальных мероприятий по снижению шума не требуется.

Список литературы

1. Справочник по судовой акустике / под ред. А.Е. Колесникова. – Л.: Судостроение, 1978. – 504 с.
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. Боголепов, И. И. Строительная акустика / И.И. Боголепов; СПбГПУ; под науч. ред. В.Н. Козлова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. – 323 с.
4. СНиП 23.03.2003 «Защита от шума».
5. Маслеева О.В., Курагина Т.И., Пачурин Г.В., Конохова Н.С. Оценка воздействия мини ТЭЦ с различными видами двигателей на окружающую среду / Качество жизни населения: монография. – Пенза, 2012. – С. 96–110.