

УДК 697.922

**РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ШУМА
НЕПОСТОЯННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ**

**CALCULATION OF ENERGY PARAMETERS OF NOISE
OF UNSTANDED WORKING PLACES IN PRODUCTION BUILDINGS**

И.Л. ШУБИН, А.И. АНТОНОВ, И.В. МАТВЕЕВА, Н.П. МЕРКУШЕВА
I.L. SHUBIN, A.I. ANTONOV, I.V. MATVEEVA, N.P. MERKUSHEVA

**(Научно-исследовательский институт строительной физики
Российской академии архитектуры и строительных наук,
Тамбовский государственный технический университет)
(Research Institute of Building Physics
of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Tambov State Technical University)**
E-mail: gsiad@mail.tambov.ru

В статье рассмотрены принципы оценки энергетических параметров шумовых полей производственных помещений с непостоянными рабочими местами. Приведен пример использования критерия дозы шума для обеспе-

чения санитарно-гигиенических требований к шумовому режиму рабочих мест. Определены направления совершенствования методики расчета непостоянного шума и проектирования средств шумозащиты в производственных помещениях.

In the article principles of an estimation of power parameters of noise fields of industrial premises with non-permanent workplaces are considered. An example of using the noise dose criterion for providing sanitary and hygienic requirements to the noise regime of workplaces is given. The directions of improving the methodology for calculating non-permanent noise and designing noise protection facilities in production premises have been determined.

Ключевые слова: непостоянный шум, непостоянные рабочие места, шумовой режим, расчет шума, доза шума.

Keywords: non-permanent noise, non-permanent workplaces, noise mode, noise calculation, dose of noise.

Снижение негативного воздействия шума в производственных зданиях имеет важное социально-экономическое и экологическое значение [1]. Шум в большинстве помещений промышленных зданий имеет непостоянный характер с переменными во времени энергетическими характеристиками. Непостоянные и особенно импульсные шумы оказывают наиболее неблагоприятное воздействие на человека [2].

Непостоянный шум возникает при действии источников шума с переменной во времени акустической мощностью, а также в случае перемещения источников в пространстве. Непостоянный характер шумового воздействия может определяться и спецификой организации труда. В настоящее время в связи с ростом автоматизации производства растет и количество непостоянных рабочих мест. К ним, например, относятся рабочие места операторов технологических линий, операторов по обслуживанию газовых тепловых станций, компрессорных станций и т.д. Подобные рабочие места в силу особенностей производства имеются и на предприятиях текстильной и легкой промышленности.

В соответствии с СП 51.13330.2011 [3] нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот $L_{РЭКВ}$, дБ, максимальные $L_{Амакс}$, дБ, и эквивалентные уровни звука $L_{АЭКВ}$, дБА. Согласно [3] при оценке непостоянного шума

допускается также использовать эквивалентные уровни звука $L_{АЭКВ}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{Амакс}$, дБА. Непостоянный шум считается в пределах нормы, когда он как по эквивалентному, так и по максимальному уровням не превышает установленные нормативные значения.

В то же время при гигиенической оценке шума и проектировании строительно-акустических мероприятий по защите от непостоянного шума наряду с эквивалентными уровнями непостоянного шума необходимо иметь сведения о других его энергетических характеристиках и, в частности, о дозе шума – звуковой энергии за определенный промежуток времени, скорректированный по частотной характеристике А шумомеров [4].

В реальной производственной обстановке для оценки воздействия непостоянного шума на человека используются индивидуальные дозиметры. Дозиметры, как постоянно носимые рабочими шумомеры, дают достаточно достоверную оценку шумового воздействия на человека за смену с учетом пространственного и временного усреднения уровней шума [5]. В то же время не менее важно иметь такие сведения и на стадии проектирования производственных зданий при разработке технологической части проекта, выборе объемно-планировочных параметров производственных помещений, а также при проектиро-

вании строительно-акустических средств снижения шума в них [5].

В настоящей статье рассмотрена методика оценки шумового режима непостоянных рабочих мест, которую можно использовать на стадии проектирования производственных зданий с такими рабочими местами.

Перемещение рабочих в течение смены по разным участкам помещения с разными уровнями шума можно оценивать как нахождение их в условиях воздействия непостоянного шума. В этом случае для оценки непостоянного шума при технологическом проектировании непостоянных рабочих мест могут использоваться эквивалентные уровни звукового давления, определяемые в октавных полосах частот, и эквивалентный уровень, определяемый в децибелах А, дБА. Этих сведений бывает достаточно для проектирования строительно-акустических средств снижения шума как на отдельных участках непостоянных рабочих мест, так и в целом по всему рабочему пространству помещения. Эквивалентные уровни звукового давления в октавных полосах частот непостоянных рабочих мест при постоянном шуме в помещении могут определяться по формуле:

$$L'_{\text{экв}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_j t_j \cdot 10^{0,1L_j} \right), \quad (1)$$

где t_j – время, в течение которого рабочий находится на участках с уровнем L_j ; L_j – постоянное значение уровня звукового давления в дБ на j -м участке; T – общее время воздействия шума на рабочего в смену.

Имея сведения об эквивалентных уровнях звукового давления в октавных полосах частот можно определить и эквивалентные уровни звука в дБА.

При гигиенических исследованиях непостоянного шума кроме эквивалентных уровней необходимо также иметь сведения о дозах шума. Под дозой шума в этом случае понимается акустическая энергия за время действия непостоянного шума, определяемая по формуле [5]:

$$D = \int_0^T p_A^2 dt, \quad (2)$$

где p_A – мгновенное значение звукового давления по коррекции "А" шумомера, Па; t – время измерений, ч.

В работе [5] указывается, что с физической точки зрения эквивалентный уровень и доза являются аналогами и возможен их взаимный пересчет. Однако в физиологическом отношении эти два параметра отличаются принципиально: эквивалентный уровень определяется по логарифмической шкале в децибелах от порога восприятия, а доза – в долях от допустимой дозы, являющейся порогом вредного воздействия. Доза оценивается в линейных величинах. Эквивалентный уровень отражает среднее значение уровня шума за смену, а доза характеризует суммарную энергию шума, действующего на рабочего за смену.

Как видно из формул (1) и (2), при оценке шумового режима непостоянных рабочих мест необходимо иметь методы расчета шума, учитывающие непостоянный характер акустических параметров источников шума и их положение в пространстве помещения, а также изменения мест положения рабочего персонала предприятия во времени [6]. При действии источников постоянного шума и при переменных рабочих местах рекомендуется использовать метод расчета, реализующий комбинированный зеркально-диффузный характер отражения звука от ограждений [7], [8].

В качестве примера приведена оценка шумовой экспозиции и дозы шума, а также скорректирован режим работы оператора для соблюдения санитарно-гигиенических норм по общему шумовому воздействию.

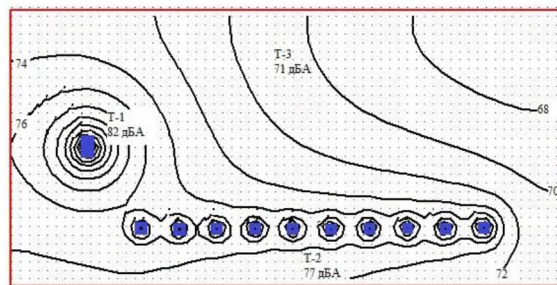


Рис. 1

На рис. 1 приведена шумовая карта производственного помещения с указанием ра-

бочих мест и уровней звука на них. В помещении установлены 10 однотипных станков и отдельный станок со значительной акустической мощностью. Все технологическое оборудование – это источники постоянного шума. На карте показаны рабочие места оператора (точки Т-1, Т-2, Т-3) и значения уровней звука на них в децибелах.

$$L_{\text{Аэкв}} = 10 \lg \left(\frac{\sum t_i 10^{0,1L_i}}{\sum t_i} \right) = 10 \lg \left(\frac{1 \cdot 10^{0,1 \cdot 82} + 2 \cdot 10^{0,1 \cdot 77} + 5 \cdot 10^{0,1 \cdot 71}}{1 + 2 + 5} \right) = 76,0 \text{ дБА},$$

где L_i – уровни звука на рабочих местах, дБА.

Проектирование непостоянного рабочего места оператора по условию обеспечения акустического режима его работы удобнее осуществлять с помощью показателя дозы шума в виде, определяемой по формуле:

$$D = \sum_i^N p_i^2 t_i, \quad (3)$$

лах А. На основании хронометража установлено, что в течение смены $t_0 = 8$ ч оператор в этих точках находится следующее время: $t_1 = 1$ ч, $t_2 = 2$ ч, $t_3 = 5$ ч. Допустимый уровень шума для рабочих мест производственных помещений составляет $L_{\text{Аэкв}} = 75$ дБА [3].

Эквивалентный уровень шума за смену превышает допустимую величину и составляет согласно формуле (1):

где p_i – звуковое давление, соответствующее уровню L_i , Па; N – общее число периодов действия шума; t_i – продолжительность действия шума с уровнем L_i , ч. Результат расчета дозы шума на рабочих местах оператора приведен в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика		Величина характеристики для временного интервала t_i , ч		
		1	2	5
Уровень звукового давления, дБА		82	77	71
Квадрат звукового давления, Па ²	$p^2 = p_0^2 10^{0,1L_i}$ $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па	0,063	0,02	0,005
Доза шума, Д, Па ² ·ч		1·0,063 + 2·0,02 + 5·0,005 = 0,128		
Допустимая доза шума, $D_{\text{доп}}$, Па ² ·ч		$D_{\text{доп}} = T p_0^2 \cdot 10^{0,1L_{\text{Аэкв}}} = 8(2 \cdot 10^{-5})^2 \cdot 10^{0,1 \cdot 75} = 0,10$		

Доза шума на рабочих местах оператора превышает допустимую дозу шума на 28%, что соответствует разности уровней 1.0 дБА.

Для снижения дозы шума уменьшена продолжительность пребывания оператора в наиболее шумной точке Т-1 за счет увеличения пребывания его в точке Т-3 на время:

$$\Delta t = \frac{D - D_{\text{доп}}}{p_0^2 (10^{0,1L_1} - 10^{0,1L_3})} = \frac{0,128 - 0,1}{(2 \cdot 10^{-5})^2 (10^{0,1 \cdot 82} - 10^{0,1 \cdot 71})} = 0,48 \text{ ч}. \quad (4)$$

При $t_1 = 1 - 0,48 = 0,52$ ч; $t_2 = 2,0$ ч; $t_3 = 5 + 0,48 = 5,48$ ч доза шума и эквивалентный уровень звука, воздействующие на оператора, будут соответствовать нормативным значениям.

ВЫВОДЫ

В статье изложены основные принципы оценки шумового воздействия на людей в

помещениях с непостоянными рабочими местами. В рассмотренном примере использованы детерминированные значения времени пребывания оператора и уровней шума на каждом рабочем месте. Необходимы дальнейшие исследования и совершенствование методики расчета непостоянных шумовых полей с учетом вероятностных значений нахождения персонала в зонах с различной степенью шумового воз-

действия на основе хронометрических исследований и статистической обработки результатов. Для успешного решения указанных задач необходима разработка эффективных алгоритмов и компьютерных программ для их реализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Кадыскин А.В., Суворов Г.А. Шум и шумовая болезнь. – Л.: Медицина, 1972.
2. Суворов Г.А., Лихницкий А.М. Импульсный шум и его влияние на организм человека. – Л.: Медицина, 1975.
3. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
4. Юдин Е.Я., Борисов Л.А., Горинштейн И.В. и др. Борьба с шумом на производстве. – М.: Машиностроение, 1985.
5. Денисов Э.И. Физические основы и методика расчета дозы шума / Гигиена труда. – 1979, № 11. С.24...28.
6. Антонов А.И., Бацунова А.В., Демин О.Б. Метод расчета нестационарных шумовых полей в несоответствующих помещениях и помещениях сложных форм // Academia. Архитектура и строительство. – 2010, № 3. С.183...185.
7. Антонов А.И., Леденев В.И., Соломатин Е.О. Комбинированный метод расчета шумового режима в производственных зданиях теплоэлектроцентралей // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2011, № 2. С. 16...24.
8. Гиясов Б.И., Леденев В.И., Матвеева И.В. Метод расчета шума при зеркально-рассеянном отражении // Инженерно-строительный журнал. – 2018, №1(77). С.13...22.

REFERENCES

1. Andreeva-Galanina E.C., Alekseev S.V., Kadyskin A.V., Suvorov G.A. Shum i шумовая болезнь. – L.: Medicina, 1972.
2. Suvorov G.A., Lihnickij A.M. Impulsnyj шум i его влияние на организм человека. – L.: Medicina, 1975.
3. SP 51.13330.2011. Zashita ot шума. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 23-03-2003.
4. Yudin E.Ya., Borisov L.A., Gorinshtejn I.V. i dr. Borba s шумом на производстве. – M.: Mashinostroenie, 1985.
5. Denisov E.I. Fizicheskie osnovy i metodika rascheta dozy шума / Gigiena truda. – 1979, № 11. S.24...28.
6. Antonov A.I., Bacunova A.V., Demin O.B. Metod rascheta nestacionarnyh шумовых полей в несоответствующих помещениях и помещениях сложных форм // Academia. Arhitektura i stroitelstvo. – 2010, №3. S.183...185.
7. Antonov A.I., Ledenev V.I., Solomatin E.O. Kombinirovannyj metod rascheta шумового режима в производственных зданиях теплоэлектроцентралей // Nauchnyj zhurnal stroitelstva i arhitektury. – 2011, №2. S.16...24.
8. Giyasov B.I., Ledenev V.I., Matveeva I.V. Metod rascheta шума pri zerkalno-rasseyannom otrazhenii //Inzhenerno-stroitelnyj zhurnal. – 2018, №1(77). S.13...22.

Рекомендована Ученым советом НИИСФ РААСН. Поступила 18.06.18.