

УДК 676.2.053:628.5172

**В.Н. Старжинский, С.В. Совина, С.Ю. Тракало**  
(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), vsn@usfeu.ru, sovinasv@e1.ru

**ОЦЕНКА СНИЖЕНИЯ ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ СТАНОЧНИКОВ  
ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ ЗА СЧЕТ УСТРОЙСТВ  
ЧАСТИЧНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ**

**ASSESSMENT OF NOISE REDUCTION IN THE WORKPLACE  
OF WOODWORKING MACHINE OPERATORS BY PARTIAL ENCLOSURE DEVICE**

*Приведен метод ориентировочного расчета снижения шума на рабочих местах станочников у деревообрабатывающих станков за счет устройства частичных ограждений при известной звуковой мощности станка.*

*An approximate calculation method for noise reduction in the woodworking machines operator's workplace due to partial barriers device with a certain sound power machine.*

Способ снижения шума работающего оборудования или защита обслуживающего персонала от возникающего шума без каких-либо существенных конструктивных изменений машины относится к числу пассивных строительно-акустических способов борьбы с шумом.

Одним из основных путей снижения шума станка является устройство звукоизолирующих ограждений вокруг него. В большинстве случаев полностью оградить деревообрабатывающий станок невозможно вследствие необходимости доступа для осмотра обслуживания станка, подачи материала и удаления его от станка.

Ослабление шума в этом случае может быть достигнуто путем частичного ограждения источника, хотя снижение шума не будет таким сильным как при использовании полностью герметичного ограждения.

Достигнутое снижение чаще всего не позволяет достичь нормативных уровней звука на рабочем месте. Потребуется или дополнительная акустическая обработка цеха, или обеспечение станочника индивидуальными средствами защиты от шума.

Оценку ослабления шума за счет частичного ограждения можно ориентировочно произвести в предположении диффузности звука внутри ограждения, если его поверхности не обработаны звукопоглощающими материалами.

Уровень шума в пространстве, ограниченном ограждением, будет выше, чем уровень шума в том же пространстве без ограждения. Повышение уровня шума в пространстве, закрытом ограждением, происходит в результате отражения звуковых волн от его внутренних поверхностей. Если в пространстве, закрытом полным ограждением без отверстий, существует однородное звуковое поле, то звуковое давление внутри ограждения может быть рассчитано по уравнению [1, 2]:

$$p_j^2 = \frac{4pcW_j}{\sum_i \alpha_{i,j} S_i}, \quad (1)$$

где  $p_j^2$  – среднеквадратичное звуковое давление внутри ограждения в определенной полосе частот, Па;

$p$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – скорость распространения звука в воздухе, м/с<sup>2</sup>;

$W_j$  – акустическая мощность источника шума в полосе частот, Вт;

$\alpha_{i,j}$  – коэффициент звукопоглощения для  $i$ -й поверхности в  $j$ -й полосе частот;

$S_i$  – площадь  $i$ -й поверхности внутри ограждения, м<sup>2</sup>.

При использовании ограждений с отверстиями можно получить приблизительное выражение для эквивалентного поглощения поверхности ограждения, предполагая, что коэффициент звукопоглощения отверстия равен 1,0. Полное поглощение ограждения с отверстиями можно рассчитать для одной частотной полосы с помощью уравнения:

$$\sum_i \alpha_i S_i = \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots + 1,0 S_0, \quad (2)$$

где  $\alpha_1 S_1$  – поглощение для поверхности 1, м<sup>2</sup>;

$\alpha_2 S_2$  – поглощение для поверхности 2 и т.д, м<sup>2</sup>;

$S_0$  – суммарная открытая площадь ограждения, м<sup>2</sup>.

Акустическая мощность, выходящая из ограждения через отверстия, представляет собой акустическую мощность, приходящуюся на открытую площадь. Так как звуковое поле внутри ограждения предполагалось однородным, то отношение акустической мощности, приходящейся на отверстие, к акустической мощности огражденного источника шума равно коэффициенту поглощения, определяемому уравнением:

$$\frac{W_I}{W_S} = \frac{S_0}{S_0 + \sum_i \alpha_i S_i}, \quad (3)$$

где  $W_I$  – акустическая мощность, падающая на отверстия, Вт;

$W_S$  – акустическая мощность источника, Вт;

$S_0$  – открытая площадь ограждения, м<sup>2</sup>;

$\sum_i \alpha_i S_i$  – поглощение внутренних поверхностей, м<sup>2</sup>.

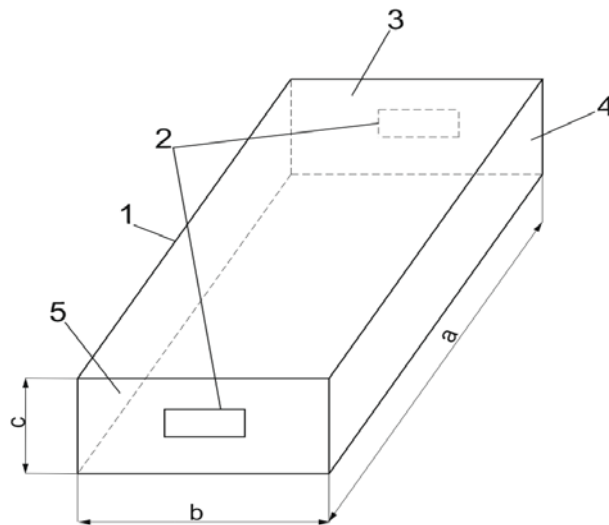


Схема ограждения с отверстиями:

1 – задняя поверхность; 2 – отверстия; 3 – верхняя поверхность; 4 – передняя поверхность;

5 – боковая поверхность (оператор находится перед ограждением)

Акустическая мощность, падающая на открытые площади, должна быть скорректирована с помощью коэффициента излучения для того, чтобы учесть направленность и эффекты дифракции. Каждое отверстие имеет коэффициент излучения  $\eta$ , зависящий от расположения отверстия, что показано на рисунке и дано в таблице 1. Если станочник находится перед частичным ограждением, то расположение отверстия будет влиять на эффективную акустическую мощность, излучаемую к месту наблюдения. Мощность, излучаемая через отверстие на рабочее место станочника, будет равна мощности, приходящейся на отверстие, умноженной на коэффициент излучения:

$$W_R = \eta W_I,$$

где  $W_R$  – эффективная излучаемая акустическая мощность, достигающая наблюдателя, находящегося перед ограждением, Вт;

$\eta$  – коэффициент излучения, значения которого приведены в табл. 1;

$W_I$  – акустическая мощность, приходящаяся на отверстия, Вт.

Таблица 1

Значение коэффициента акустического излучения  $\eta$  в зависимости от расположения отверстия (предполагается, что находится перед ограждением)

Расположение открытой площади	$\eta$	Расположение открытой площади	$\eta$
Впереди	1,00	Вверху*	0,30
Сбоку*	0,30	Сзади*	0,15

\*Если поверхности ограждения с отверстиями находятся около отражающих поверхностей, то соответствующие значения  $\eta$ , приведенные в таблице, следует увеличить в 2 раза.

Используя величины  $\eta$ , акустическую мощность, излучаемую через отверстия, можно связать с акустической мощностью огражденного источника шума следующим уравнением:

$$\frac{W_R}{W_S} = \frac{\eta W_I}{W_S} = \frac{\eta S_0}{S_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i}. \quad (4)$$

При наличии более одного отверстия в частичном ограждении полученная эффективная акустическая мощность  $W_{\text{эф}}$  суммируется следующим образом:

$$\frac{W_{\text{эф}}}{W} = \frac{\sum_{k=1}^m W_R}{W_S} = \frac{\sum_{k=1}^m \eta_k W_I}{W_S} = \frac{\sum_{k=1}^m \eta_k S_{ok}}{S_{oT} + \sum_{i=1}^n \alpha_i S_i}, \quad (5)$$

где  $W$  – общая мощность источника;

$\eta_k$  – коэффициент излучения отверстием ограждения;

$S_{ok}$  – площадь отверстия;

$S_{oT}$  – общая площадь пропускного сечения ограждения;

$\alpha_i$  – коэффициент поглощения звука для  $i$ -го материала внутри ограждения;

$S_i$  – площадь  $i$ -й поверхности, покрытой звукопоглощающим материалом внутри ограждения.

В большинстве случаев при эксплуатации машин используют один материал внутри ограждения; тогда вместо  $\sum_i \alpha_i S_i$  будет  $\alpha S$ .

Ослабление шума  $\Delta L$  (в дБ) для источника с частичным ограждением можно вычислить по формуле:

$$\Delta L = -10 \lg \left( \frac{W_R}{W_S} \right). \quad (6)$$

Пример: Продольно-фрезерный станок установлен вдали от стен помещения. Ограждения станка имеет размер:  $a = 3$  м;  $b = 1,5$  м;  $c = 2$  м.

На каждой боковой стороне (см. рисунок) предусмотрены отверстия для прохода материала размером  $0,5 \cdot 0,2$  м. Рабочие места станочников установлены напротив отверстий.

Определить ослабление шума с помощью частичного ограждения, если стенки изготовлены из стального листа. Результаты расчета приведены в таблице 2.

Результаты расчётов

№	Параметр	Частота октавных полос, Гц						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	Коэффициент звукопоглощения стенок ограждения (сталь), $\alpha$	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01
2	Коэффициент звукопоглощения пола, $\alpha_{\text{пола}}$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
3	Общее звукопоглощение $\alpha_i S_{\text{обш}} + S_o$ , м <sup>2</sup>	1,37	1,15	0,97	0,66	0,66	0,52	0,52
4	Ослабление шума ограждением без облицовки на рабочем месте $\Delta L = \frac{2S_o}{S_o + \alpha_i S_{\text{обш}}}$ , дБ	8,3	7,7	6,9	5,2	5,2	4,2	4,2
Если внутренние поверхности облицевать пенопластом толщиной 24,5 мм с коэффициентом звукопоглощения в строке 5 из таблицы 2, то снижение шума в этом случае будет значительно больше (строка 6)								
5	Коэффициент звукопоглощения пенопластом	0,23	0,54	0,6	0,98	0,93	0,94	0,96
6	Снижение шума на рабочем месте станочника с помощью частичного ограждения, облицованного пенопластом $\Delta L$ , дБ	15	17,9	18,5	20,4	20,1	20,4	20,2

**Библиографический список**

1. Справочник по контролю промышленных шумов / пер. с англ. под ред. К.Л. Фолкнера. – М.: Машиностроение, 1979. – 448 с.
2. Борьба с шумом на производстве: справочник / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов [и др.]; под общ. ред. Е.Я. Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

**УДК 332.1**

**Н.А. Шпак**

(УГЛТУ, г. Екатеринбург, РФ), shpak@usfeu.ru;

**Д.Б. Вукович**

(Сербская академия наук и искусств, г. Белград, Республика Сербия)

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТБО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОГАЗА**

**USE OF HOUSEHOLD WASTE FOR PRODUCTION OF BIOGAZ**

*Масштаб производства и использования биогаза в мире поступательно растет. В стратегиях большинства развитых и развивающихся стран мира запланировано увеличение доли использования биогаза. Рассмотрим перспективы использования биогаза в мире и в России.*

*The scale of production and use of biogas in the world grows progressively. In the strategies of most developed and developing countries planned to increase the share of biogas. Consider the prospects for the use of biogas in the world and Russia.*