

## ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ДВУХСЛОЙНОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗ СТЕКЛА КАБИНЫ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Ал-р Л. МИСУН, магистр техн. наук  
И. Н. МИСУН, инженер

А. Г. КУЗНЕЦОВ, магистр техн. наук  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
Минск, Республика Беларусь

**Введение.** Производственный шум относится к вредным производственным факторам, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на человека [2, 5, 6, 7].

При работе мобильной сельскохозяйственной техники (МСХТ) их адаптеры излучают шум высоких уровней, для защиты от которого в кабине МСХТ может использоваться двухслойное ее остекление [3]. Через нижнюю и верхнюю упорные рамы проходят туго натянутые струны, на которых жестко закреплены жалюзи, выполненные в виде желобов, поверхности которых перфорированы перпендикулярными их плоскостям сквозными отверстиями. В углублениях (лотках) желобов размещен слой синтетического волокна, например, полихлорвинилового (ПВХ). Внешние и внутренние стекла соединены между собой герметичной мастикой. Жалюзи размещены с возможностью пересечения мысленно проведенных линий, соединяющих верхние кромки желобов, с точкой расположения глаз оператора МСХТ. Это необходимо для сохранения максимальной просматриваемой площади за кабиной МСХТ. Перфорационные отверстия, занимающие от 20 до 30 % площади дна каждого желоба, содержат упругие цилиндрические вставки из пористой резины, позволяющие поглощать широкий спектр шумовых частот.

**Основная часть.** Для определения способности стеклянных пластин препятствовать проникновению шума рассчитывается показатель «критическая частота волн» ( $f_{кр}$ ) [1]:

$$f_{кр} = \frac{C^2}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{m}{B}} = \frac{C^2}{1,8 \cdot C_n \cdot h}, \quad (1)$$

где  $C$  – скорость звука в воздухе, м/с;

$B$  – изгибная жесткость пластины;

$C_{п}$  – скорость распространения звуковых волн в пластине, м/с;

$h$  – толщина пластины, м.

С учетом того, что с увеличением толщины остекления кабины  $f_{кр}$  уменьшается, достигая при серийном остеклении ( $h = 2$  мм) значения больше 1 кГц, а также, что структурный шум наиболее ощутим на докритических частотах, коэффициент излучения ( $K_{и}$ ) закрепленной по контуру пластиной из стекла, на этих частотах рассчитывается по формуле [8]:

$$K_{и} = \frac{U \cdot C}{\pi^2 \cdot S \cdot f_{кр.}} \cdot \sqrt{\frac{f}{f_{кр.}}}, \quad (2)$$

где  $U$  – периметр стеклянной пластины, м;

$S$  – излучающая поверхность, м<sup>2</sup>;

$f$  – текущая частота, Гц.

Звукоизолирующий эффект воздушного зазора между стенками перегородки проявляется в основном на средних и высоких частотах. На низких частотах звукоизоляция двойной перегородки может быть ниже одинарной, поскольку на них наблюдается ряд резонансов, в том числе и перегородки, в целом представляющей собой систему двух масс  $m_1$  и  $m_2$ , соединенных упругостью воздушного объема между стенками. Собственная частота ( $f_o$ ) такой звукоизоляционной системы с двойной перегородкой определяется из следующего выражения [1]:

$$f_o = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{U(m_1 + m_2)}{m_1 \cdot m_2}}, \quad (3)$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – масса стекол перегородки, кг.

Среднее значение показателя звукоизоляции ( $R_{ср.}$ ) двойной стенки с воздушной прослойкой для частот от 100 до 3000 Гц находится из выражения [10]:

$$R_{ср.} = 13,5(m_1 + m_2) + 13 + \Delta_{пр.}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{пр.}$  – звукоизоляция воздушного промежутка, дБ.

Для определения значений граничных частот ( $f_{г}$ ) для двухслойной конструкции из стекла используются данные таблицы.

**Значения граничных частот для двухслойной  
конструкции из стекла в зависимости от толщины  
воздушной прослойки и толщины стекла [5]**

Номер граничной частоты	Толщина стекла, мм	Толщина воздушной прослойки, мм									
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$f_{\psi_1}$	8	3825	2732	2250	1912	1739	1530	1416	1366	1274	1195
	6	3145	2224	1816	1573	1406	1284	1189	1112	1048	994
	4	2780	1923	1571	1360	1216	1110	1028	962	907	860
$f_{\psi_2}$	4; 6; 8	8500	4257	2533	2125	1700	1417	1214	1063	944	850

Анализ приведенных в таблице данных показывает, что граничные частоты  $f_{\psi_1}$  (от 800–4000 Гц) не пересекаются и лежат одна на другой. Звукоизоляция двухслойной конструкции ( $R_{1;2}$ ) для частот выше второй граничной частоты  $f_{\psi_2}$  мало зависит от расстояния между пластинами [10]:

$$R_{1;2} = \Phi_R (R_1 + R_2), \quad (5)$$

где  $R_1$  и  $R_2$  – звукоизоляция соответственно первой и второй стеклянной пластины;

$\Phi_R$  – численный коэффициент, который рассчитывается следующим образом [10]:

$$\Phi_R = 0,8 \left( 0,1 \cdot \frac{f}{f_{\psi_2}} \right),$$

$$\Phi_R = 0,9 \text{ при } \frac{f}{f_{\psi_2}} \geq 10.$$

Звукоизоляция стеклопакетов при размещении в промежутке звукоизолирующего материала возрастает на 20–25 дБ в области высоких частот, а в интервале частот 160–1600 Гц достигает 10 дБ [4]. При это площадь звукопоглощаемого материала составляет 0,22–0,24 м<sup>2</sup>.

**Заключение.** Предлагаемое техническое решение для повышения звукоизоляционных свойств кабины способствует поддержанию безвредных условий труда на рабочем месте оператора МСХТ,

увеличению звукоизоляции кабины, например, на частотах 200 Гц и более – до 20 дБ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Боголепов, И. И. Промышленная звукоизоляция / И. И. Боголепов. – Ленинград: Судостроение, 1986. – С. 368.
2. Исследование производственного шума: методические указания / А. Е. Кондраль [и др.]. – Горки: БГСХА, 2019. – 22 с.
3. Кабина транспортного средства: патент № 16250 Республики Беларусь на изобретение/ Л. В. Мисун, А. Л. Мисун, А. В. Агейчик, В. А. Агейчик; заявл. 09.04.2010; опубл. 30.08.2012 // Афіц. бюл. / Нац. цэнтр. інтэл. уласн. – 2012. – № 4. – С. 90.
4. Кабина транспортного средства: патент № 2043234 Российской Федерации / М. М. Юрков, В. В. Шкрабак, Р. В. Шкрабак // Бюл. № 25, опубл. 10.09.95.
5. Организационно-технические мероприятия для повышения безопасности и улучшения условий труда операторов мобильной сельскохозяйственной техники / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2012. – 192 с.
6. Охрана труда: курс лекций / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2021. – 154 с.
7. Разработка мероприятий по охране труда при постановке на хранение сельскохозяйственных машин, агрегатов и оборудования: рекомендации / А. С. Алексеенко, В. Н. Босак, В. В. Талашов, М. В. Цайц. – Горки: БГСХА, 2018. – 24 с.
8. Справочник по судовой акустике / под ред. И. П. Клюкина и И. И. Боголепова. – Ленинград: Судостроение, 1978. – С. 503.
9. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / под ред. С. В. Белова. – Москва: Машиностроение, 1989. – С. 368.
10. Терентьев, А. С. Снижение шума колесных тракторов глушителями / А. С. Терентьев. – Ленинград: ЭКБСОН, 1991. – 17 с.

*Аннотация.* Предложено техническое решение и проанализированы основные показатели, влияющие на процесс звукоизоляции кабины мобильной сельскохозяйственной техники.

В результате исследований установлено, что предложенное техническое решение способствует поддержанию безопасных условий труда на рабочем месте.

*Ключевые слова:* кабина мобильной сельскохозяйственной техники, оператор, шум, звукоизоляция.