

МЕТОД РАСЧЕТА ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН

Предложен метод расчета звукоизолирующего кожуха двустенной конструкции для снижения уровней шума от холодильных машин.

Ключевые слова: компрессор, звукоизолирующий кожух, шум, холодильная машина.

Запропоновано метод розрахунку звукоізолюючого кожуху двохстінної конструкції для зниження рівнів шуму від холодильних машин.

Ключові слова: компресор, звукоізолюючий кожух, шум, холодильна машина.

A method for calculating sound attenuated double – walled construction to reduce noise levels from the refrigeration unit.

Key words: compressor, sound attenuated, noise, refrigeration unit.

Постановка проблемы. Снижение шума от холодильных машин продолжает быть нерешенной проблемой. Достигнутое в последние годы снижение шума, как правило, не выходит за пределы 10 ... 15 дБ, что явно недостаточно, если жилой дом находится на расстоянии менее 15 м от компрессора и конденсатора с воздушным охлаждением. Поэтому снижение шума, распространяющегося по воздуху, наиболее радикально может быть осуществлено устройством на пути его распространения звукоизолирующих преград в виде звукоизолирующих кожухов. Принцип звукоизоляции ограждением заключается в том, что большая часть падающей на него звуковой энергии отражается и лишь незначительная ее часть проникает через ограждение.

Разработка рекомендаций. Общие уровни шума дают информацию для оценочных сравнений вариантов конструкции. Однако более точные расчеты следует производить с использованием уровней шума в октавных полосах частот.

Сравнительно высокий шум поршневых компрессоров не позволяет в ряде случаев ограничиться одностенной конструкцией кожуха. Целесообразно для увеличения звукоизоляции применить более сложную двустенную конструкцию. Среднюю в диапазоне частот 100 ... 3000 Гц звукоизоляцию двойной стенки с воздушной прослойкой с достаточной для практики точностью рекомендуется вычислять по формуле [1]:

$$ZI_{cp}^1 = 13,51 \lg(G_1 + G_2) + 13 + \Delta_{np}, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где G_1, G_2 – масса 1 м² двойной стенки, кг / м²;

Δ_{np} – звукоизоляция воздушного промежутка между стенками перегородки.

Полезный акустический эффект воздушного зазора проявляется в основном на средних и высоких звуковых частотах [1]. Он обусловлен многократным

отражением и соответствующим этому поглощению звука в зазоре.

Изнутри стенки кожухов облицовывают слоем звукопоглотителя, если расстояние до жилого дома менее 15 м. В большинстве случаев достаточна толщина звукопоглощающего слоя 50 мм.

Если в кожухе вся звукопроводящая поверхность стенок облицована изнутри звукопоглотителем, то средняя звукоизоляция кожуха определяется как

$$ZI_{cp} = ZI_{cp}^1 + 10 \lg a, \text{ дБ}, \quad (2)$$

где a – коэффициент звукопоглощения;

ZI_{cp}^1 – звукоизолирующая способность стенок.

Как видно из формулы (2), звукоизоляция стенок кожуха тем больше, чем эффективнее нанесенный на них звукопоглотитель.

Обычно стенки кожуха изготавливаются из металлических листов толщиной 2...5 мм. При одностенной конструкции кожуха его эффективность не превышает 5 ... 10 дБ в диапазоне 63...500 Гц и 10...20 дБ в области частот 500...8000 Гц. При равной массе двухстенные конструкции имеют более высокую звукоизоляцию: в области низких частот – приблизительно на 5 дБ, на средних и высоких частотах – на 10 ... 15 дБ.

Если известны октавные уровни звуковой мощности L_p , дБ, компрессора, то октавные уровни звукового давления L , дБ, на территории жилой застройки следует определять по формуле [2]:

$$L = L_p - 15 \lg r + 10 \lg \Phi - 10 \lg \Omega, \text{ дБ}, \quad (3)$$

где r – расстояние от источника шума до расчетной точки, м;

Φ – фактор направленности источника шума, безразмерный. Для источника шума с равномерным излучением звука следует принимать $\Phi = 1$;

Ω – пространственный угол излучения звука, принимаемый для источников шума, расположенных на поверхности территории, $\Omega = 2\pi$.

Октавные уровни звукового давления L допускается определять по формуле (3), если расчетная точка расположена на расстоянии r большем удвоенного мак-симального размера источника шума. При расстояниях $r \leq 50$, м, затухание звука в атмосфере в расчетах не учитывается [2,4].

Требуемое снижение октавных уровней звукового давления ΔL_{mp} , дБ, на территории жилой застройки определяется как

$$\Delta L_{mp} = L - L_{доп}, \text{ дБ}, \quad (4)$$

где $L_{доп}$ – допустимый октавный уровень звукового давления в расчетной точке (в 2 – х метрах от окна дома) [2].

Если в проспектах на компрессор приведен средний уровень звукового давления L_1 , дБ, на расстоянии r_1 , то уровень L на расстоянии r можно вычислить по известному выражению [3]:

$$L = L_1 - 20 \lg r / r_1, \quad (5)$$

т. е. при каждом удвоенном расстоянии уровень звукового давления снижается на 6 дБ.

Вычисленное значение ZI_{cp} по формуле (2) должно быть больше или равно значению ΔL_{mp} , вычисленному по формуле (4):

$$ZI_{cp} \geq \Delta L_{mp}. \quad (6)$$

При n одинаковых источниках шума, равноудаленных от расчетной точки с уровнем звукового давления L_i , суммарный уровень звукового давления L равен [4]:

$$L = L_i + 10 \lg n. \quad (7)$$

Расчеты показывают, что увеличение воздушного зазора между стенками кожуха свыше 10 см нецелесообразно, поскольку звукоизолирующая способность воздушной прослойки практически не увеличивается.

Выводы:

1. Снижение шума от холодильных машин, распространяющегося по воздуху, наиболее радикально может быть осуществлено устройством на пути его распространения звукоизолирующих кожухов двустенной конструкции.

2. В большинстве случаев достаточна толщина звукоизолирующего слоя 50 мм и воздушный зазор между стенками кожуха не более 100 мм для обеспечения нормативных значений уровней шума.

ЛИТЕРАТУРА

1. Клюкин И. И. Борьба с шумом и звуковой вибрацией на судах / И. И. Клюкин. – Л. : Судостроение, 1971. – 416 с.
2. СНиП II – 12 – 77. Защита от шума. 1978. – 80 с.
3. Ковригин С. Д. Архитектурно-строительная акустика / С. Д. Ковригин. – М. : Высшая школа, 1980. – 184 с.
4. Лагунов Л. Ф., Осипов Г. Л. Борьба с шумом в машиностроении / Л. Ф. Лагунов, Г. Л. Осипов. – М. : Машиностроение, 1980. – 150 с.

Рецензенты: д.т.н. профессор, Хлопенко М. Я.
к.т.н. доцент, Щербак Ю. Г.

© Патлайчук Н. И., 2011
© Щесюк О. В., 2011

Стаття надійшла до редколегії 11.10.2010 р.