

УДК 004.032.26 (06)

Т.В.Александрова (5 курс, каф. БиВ), В.В.Потехин, к.т.н., доц.

## НОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

По физической сущности шум представляет собой волнообразно распространяющееся механическое колебательное движение частиц упругой (газовой, жидкой или твердой) среды. В жидкости и газе могут распространяться только продольные волны. Изменение состояния среды при распространении звуковой волны характеризуется звуковым давлением  $P$  – превышением давления над давлением в невозмущенной среде в паскалях. При нормальных атмосферных условиях (температура 293 К и давление 1034 ГПа) скорость звука в воздухе равна 344 м/с (в жидкостях 1500 м/с, в твердых телах 4000 м/с).

В зависимости от уровня и характера шума можно выделить несколько ступеней его воздействия на человека. В настоящее время оценка приемлемости производственного шума с уровнем выше 80 дБА базируется на выявлении воздействия шума на органы слуха человека. Аудиометрией называется проверка органов слуха с целью определения потерь слуха от влияния производственного шума. Аудиометрические исследования проводят согласно ГОСТ 12.4.062-78 «Шум. Методы определения деления потерь слуха человека». Испытуемый через наушники слушает подаваемые на каждое ухо чистые тона различной интенсивности, минимальная слышимая интенсивность тона фиксируется. Оценка результатов исследований производится по среднему арифметическому значению снижения порогов слуховой чувствительности (потеря слуха) на речевых частотах (500, 1000, 2000 Гц) и на частоте 4000 Гц.

В условиях производства в большинстве случаев технически очень трудно снизить шум до очень малых уровней, поэтому при нормировании исходят не из оптимальных (комфортных), а из терпимых условий, т.е. таких, когда вредное действие шума на человека не проявляется или проявляется незначительно. Санитарные нормы – это компромисс между гигиеническими требованиями и техническими возможностями на данном этапе развития науки и техники.

Характеристики и допустимые уровни шума на рабочих местах регламентируются ГОСТ 12.1.003-83. «Шум. Общие требования безопасности». Нормируемой характеристикой постоянного шума являются уровни звуковых давлений в децибелах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Как известно, среднегеометрическое значение  $f_{cp}$  для полосы с верхней граничной частотой  $f_v$  и нижней  $f_n$  (для октавной полосы  $f_v$  в два раза больше  $f_n$ ) определяется выражением

$$f_{cp} = \sqrt{f_v * f_n}, \quad (1)$$

например, если  $f_{cp} = 63$  Гц, то  $f_n = 45$  Гц и  $f_v = 90$  Гц.

Совокупность восьми допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот называется предельным спектром, а указанный метод нормирования – нормированием по предельному спектру шума. Для ориентировочной оценки постоянного шума на рабочих местах допускается использование интегрального показателя – уровня звука в дБА, который измеряется шумомером с скорректированной частотной характеристикой  $A$  (наряду с линейной частотной характеристикой, шумомеры имеют коррекцию  $A$ , имитирующую нелинейную амплитудно-частотную характеристику слухового аппарата человека) и определяется по формуле:

$$L_A = 20 \lg \frac{P_A}{P_0}, \quad (2)$$

где  $P_A$  среднеквадратическое значение звукового давления с учетом коррекции  $A$  шумомера, Па;  $P_0$  – звуковое давление, соответствующее порогу слышимости (в воздухе  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Уровень звука связан с предельным сектором зависимостью:

$$LA = ПС + 5 \text{ дБ}. \quad (3)$$

Характеристикой непостоянного шума является эквивалентный (по энергии) уровень звука в дБА – уровень звука постоянного широкополосного шума, который имеет то же самое среднеквадратическое звуковое давление (оказывает на человека такое же воздействие), что и данный непостоянный шум, определяемый по формуле:

$$L_{A_{\text{экв.}}} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_1^T \frac{P_A^2(t)}{P_0^2} dt, \quad (4)$$

где  $P_A(t)$  – текущее среднеквадратическое значение звукового давления с учетом коррекции  $A$  шумомера Па;  $T$  – время действия шума.

Эквивалентный уровень измеряется интегрирующими шумомерами и может быть определен расчетным методом. Суть метода в том, что диапазон, подлежащий измерению уровней звука, разбивают на интервалы, затем через равные промежутки времени в течение определенного периода производят измерения уровня звука по шкале  $A$  шумомера и подсчитывают количество отсчетов в каждом интервале. Расчет ведется по формуле:

$$L_{A_{\text{экв.}}} = 10 \lg \frac{1}{100} \left( \sum_{i=1}^n f_i * 10^{0.1L_i} \right), \quad (5)$$

где  $f_i$  – доля числа отсчетов в данном интервале от общего числа отсчетов, % ;  $L_i$  – средний уровень звука в данном интервале,  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  – число интервалов.

Для оценки воздействия шума на человека в различных условиях целесообразно использовать в качестве объекта исследования систему, имитирующую орган слуха человека. Это позволит не только избежать воздействия разрушающих факторов на организм человека, но и значительно увеличить время эксперимента, а также расширить границы параметров шума; все это позволило бы более детально изучить воздействие шума и возможно усовершенствовать способы защиты от него.

Виртуальная установка для экспериментального исследования воздействия шума включает в себя звуковой генератор, слуховой аппарат (в качестве микрофона), регистрирующее и анализирующее устройство (рис. 1).



Рис. 1.

Звуковые колебания, создаваемые в излучающей части источников шума, распространяются в приемную часть. Принцип действия регистрирующего устройства (шумомера) основан на преобразовании звуковых колебаний в электрическое переменное напряжение, пропорциональное звуковому давлению, которое затем усиливается, выпрямляется и измеряется.