

УДК 612.014.45

Т.Ю.Черных (4 курс, каф. биофизики), В.В.Потехин, к.т.н., доц.

ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРА- И ИНФРАЗВУКА НА ЧЕЛОВЕКА В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ И ДРУГИХ СРЕДАХ

В последнее время все более широкое распространение в производстве находят технологические процессы, основанные на использовании энергии ультразвука. Ультразвук нашел также применение в медицине. В связи с ростом единичных мощностей и скоростей различных агрегатов и машин растут уровни шума, в том числе и в ультразвуковой области частот. В связи с этим появилась необходимость более подробного изучения воздействия ультразвуковых волн на организм человека.

Развитие техники и транспортных средств, совершенствование технологических процессов и оборудования сопровождаются увеличением мощности и габаритов машин, что обуславливает тенденцию повышения низкочастотных составляющих в спектрах и появление инфразвука, который является сравнительно новым, не полностью изученным фактором производственной среды.

Рассмотрим теоретические аспекты воздействия ультразвука и инфразвука на человека.

Ультразвук. Ультразвуком называют механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости – 20 кГц. Единицей измерения уровня звукового давления является дБ. Единицей измерения интенсивности ультразвука является ватт на квадратный сантиметр ($Вт/см^2$).

Ультразвук обладает главным образом локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания. Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем, вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов. Наиболее характерным является наличие вегетососудистой дистонии и астенического синдрома. Степень выраженности изменений зависит от интенсивности и длительности воздействия ультразвука.

При проектировании ультразвуковых установок целесообразно использовать рабочие частоты, наиболее удаленные от слышимого диапазона – не ниже 22 кГц.

Инфразвук. Производственный инфразвук возникает за счет тех же процессов что и шум слышимых частот. Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, имеющие поверхности больших размеров, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения) или турбулентные потоки газов и жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения). Максимальные уровни низкочастотных акустических колебаний от промышленных и транспортных источников достигают 100-110 дБ.

Исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне от 110 до 150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и многочисленные реактивные изменения, к числу которых следует отнести изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе. Имеются данные о том, что инфразвук вызывает снижение слуха преимущественно на низких и средних частотах. Выраженность этих изменений зависит от уровня интенсивности инфразвука и длительности действия фактора.

Наиболее эффективным и практически единственным средством борьбы с инфразвуком является снижение его в источнике.

Далее остановимся на экспериментальных и расчетных исследованиях уровней звукового давления.

Одной из проблем, рассматриваемой в данном аспекте, является разработка и установка дополнительных систем шумоглушения к уже имеющимся, которые могут обеспечить соблюдение санитарных норм по шуму при испытаниях жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) при любом расположении испытательных стендов по отношению к жилой зоне.

Для этих целей было проведено комплексное изучение характера и параметров шума, излучаемого в пространство, от жидкостных ракетных двигателей. Были проведены измерения уровней звукового давления во всех нормируемых диапазонах.

Результаты измерений показали превышения по нормам шума, вибрации и инфразвука (во всех частотных диапазонах). Для рабочих мест превышение составило 29 дБА, для территории предприятия – 20 дБА, для района жилой застройки (расстояние до 500 м) – 10 дБА. Для инфразвукового диапазона (16 Гц) превышение составляет 23 дБ на рабочих местах, 14 дБ – на территории предприятия, 4 дБ – в зоне жилой застройки. Для ультразвукового диапазона (16000 Гц) на рабочих местах превышение составило 5 дБ. Данные о характере шума в зоне жилой застройки были получены расчетным методом, для получения сравнений с нормами для различного расположения жилой застройки относительно испытательного стенда.

Расчет шума в жилой застройке выполняется по следующей формуле:

$$L_{\text{жил. застр.}} = L_w - 20 \lg \frac{R}{r} + \text{ПН} - \frac{\beta_a}{1000} R - \Delta L_{\text{пов}} - \Delta L_p - \Delta L_{\text{зз}} - \Delta L_{\text{мет}} - \Delta L_{\text{зел}} - k, \text{ дБ}, \quad (1)$$

где L_w – акустическая мощность выхлопа испытываемого двигателя, дБ; R – расстояние от источника шума до жилой застройки, м; r – расстояние от источника шума до измерительной точки, м; ПН – показатель направленности шума выхлопа ЖРД, дБ; β_a – затухание звука в атмосфере, дБ/км; $\Delta L_{\text{пов}}$ – затухание звука в зависимости от звукопоглощающих свойств поверхности, над которой распространяется звук, дБ; ΔL_p – затухание звука при прохождении его через насыпи, холмы и другие возвышения местности, дБ; $\Delta L_{\text{зз}}$ – затухание звука при прохождении за здание, дБ; $\Delta L_{\text{мет}}$ – поправка на метеоусловия, дБ; $\Delta L_{\text{зел}}$ – затухание звука при прохождении через зеленые насаждения, дБ; k – числовая поправка (для ЖРД $k = 11$ дБ).

Измеренные и рассчитанные уровни шума, ультра- и инфразвука превышают допустимые нормы для рабочих мест, территории предприятия и селитебной зоны. Требуемое дополнительное снижение шума глушителями составляет 4-25 дБ для всего диапазона частот, включая инфра- и ультразвуковые диапазоны.

Выводы. Методики расчета и измерения уровней звукового давления в инфра- и ультразвуковой полосе частот позволят выявить превышения нормативных значений и найти эффективные методы снижения влияния данных факторов на человека.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики. - СПб.: Политехника, 2000.