**Вибрация**

Вибрация представляет собой механические колебательные движения, непосредственно передаваемые телу человека. Основными физическими характеристиками вибрации являются амплитуда и частота колебаний. Амплитуда вибросмещения измеряется в м или см, а частота колебаний – в герцах.

Учитывая, что при любом колебательном движении непрерывно изменяется скорость и ускорение (наибольшие на осевой линии колебания и наименьшие в крайних позициях), вибрацию оценивают по скорости и ускорению.

Для вибрации отсчет децибел ведется от условной опорной виброскорости, равной 5∙108 м/с, виброускорения – 3∙104 м/с2.

Виброскорость и виброускорение выражаются в дБ относительно их нулевых порогов. При этом порог восприятия вибрации составляет около 70 дБ.

Виброскорость и виброускорение оцениваются в пределах стандартных октав со среднегеометрическими частотами – 1; 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250 Гц и выше. Вибрация с частотой до 32 Гц относится к низкочастотной, а более 32 Гц – к высокочастотной.

Преимущества одночисловых интегральных показателей, таких, как доза или эквивалентный уровень, определили интерес исследователей к дозовой оценке вибрации. Если для шума этот подход достаточно обоснован, что нашло отражение в стандарте ИСО R-1999 (1971 г.), то в отношении вибрации имеются лишь единичные работы экспериментального плана.

Необходимо отметить, что действующий ГОСТ 12.1.012-78 регламентирует ПДУ вибрации по кинематическому параметру виброскорости, а доза – параметр энергетический, учитывающий уровень вибрации и время ее действия.

Источниками вибрации являются широко применяемые в промышленности, строительстве, транспорте, сельском хозяйстве и в быту пневматические и электрические ручные механизированные инструменты, различные машины и оборудование, станки, транс­портные средства. Вибрацию широко применяют не только в технике, но и в медицине для лече­ния некоторых нервных и мышечных заболеваний (вибротерапия, вибромассаж).

Вибрация относится к факторам, обладающим большой биологической активностью. Характер, глубина и направленность физиологических сдвигов различных систем организма определяются уровнями, спектральным составом вибрации, а также физиологическими свойствами тела человека. В генезисе этих реакций важную роль играют анализаторы – вестибулярный, двигательный, зрительный, кожный и др.

Следует отметить важную роль биохимических свойств человеческого тела в субъективном восприятии вибрации. Действие вибрации на организм опосредуется следующими явлениями: физическим воздействием на поверхность контакта, распрос-транением колебаний по тканям, непосредственной реакцией на воздействия в органах и тканях, а также раздражением механорецепторов, вызывающим нейрорецепторные и субъективные реакции.

В настоящее время накоплен экспериментальный и клинический материал, под-черкивающий роль рефлекторных регуляторных влияний ЦНС в возникновении функциональных сдвигов в нервно-мышечном аппарате у лиц, подвергающихся воздействию вибрации. Эти исследования показывают, что расстройства двигательной функции, возникающие под воздействием вибрации, обусловлены как нарушениями регуляторных воздействий ЦНС, так и непосредственным поражением мышц. При этом преобладание диффузных сдвигов может быть объяснено преимущественно изменениями в деятельности суперспинальных структур, тогда как большая выраженность локальных изменений в мышцах может быть связана с их непосредственной травматизацией.

Особенно чувствительными к действию локальной вибрации являются отделы симпатической нервной системы, регулирующие тонус периферических сосудов, а также отделы периферической нервной системы, связанные с вибрационной и тактильной чувствительностью.

Доказано, что направленность сосудистых нарушений определяется, в первую очередь, параметрами воздействующей вибрации. Спастические явления в капиллярах происходят при вибрации выше 35 Гц, а ниже наблюдается преимущественно картина атонии капилляров или спастико-атоническое их состояние. Область частот 35-250 Гц наиболее опасна в отношении развития спазма сосудов.

Вибрация может прямым путем мешать выполнению рабочих операций или косвенно отрицательно влиять на работоспособность человека. Ряд авторов рассматривают вибрацию как сильный стресс-фактор, оказывающий отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу и умственную деятельность человека и повышающий вероятность возникновения несчастных случаев.

За последние годы установлено, что вибрация, как и шум, действует на организм человека энергетически, поэтому ее стали характеризовать спектром по колебательной скорости, измеряемой в сантиметрах в секунду или как и шум, в децибелах; за пороговую величину вибрации условно принята скорость в 5∙106 см/сек. Вибрация воспринимается (ощущается) лишь при непосредственном соприкосновении с вибрирующим телом или через другие твердые тела, соприкасающиеся с ним. При соприкосновении с источником колебаний, генерирующим (издающим) звуки наиболее низких частот (басовые), наряду со звуком воспринимается и сотрясение, то есть вибрация.

В зависимости от того, на какие части тела человека распространяются механические колебания, различают местную и общую вибрацию. При местной вибрации сотрясению подвергается лишь та часть тела, которая непосредственно соприкасается с вибрирующей поверхностью, чаще всего руки (при работе с ручными вибрирующими инструментами или при удержании вибрирующего предмета, детали машины и т. п.). Иногда местная вибрация передается на части тела, сочлененные с подвергающимися непосредственно вибрации суставами. Однако амплитуда колебаний этих частей тела обычно ниже, так как по мере передачи колебаний по тканям, и тем более мягким, они постепенно затухают. Общая вибрация распространяется на все тело и происходит, как правило, от вибрации поверхности, на которой находится рабочий (пол, сиденье, виброплатформа и т. п.).

При воздействии вестибулярных раздражителей, к которым относится вибрация, нарушаются восприятие и оценка времени, снижается скорость переработки информации. Низкочастотная вибрация вызывает нарушение координации движения, причем наиболее выраженные изменения отмечаются при частотах 4-11 Гц.

Длительное влияние вибрации приводит к стойким патологическим нарушениям в организме работающих. Всесторонний анализ этого патологического процесса послужил основанием для выделения его в качестве самостоятельной нозологической формы профессионального заболевания – вибрационной болезни.

Вибрационная болезнь продолжает занимать одно из ведущих мест среди всех профессиональных заболеваний. Причиной этого является как использование ручных машин, не отвечающих требованиям санитарных норм, так и развивающаяся специализация труда, ведущая к увеличению времени воздействия на организм вибрации. Опа­сность развития вибрационной болез­ни возрастает с увеличением интенсив­ности и длительности действия вибрации; при этом существенное значение имеет индивидуальная чувствительность. Вредное действие вибрации усиливают шум, охлаждение, переутомление, значитель­ное мышечное напряжение, алкогольное опьянение и др. Условно различают местную вибрацию, дей­ствующую преимущественно на руки работающих, и общую вибрацию, когда при колебании пола, сиденья (рабочего ме­ста) действию вибрации подвергается весь организм.

В отличие от местной при действии общей вибрации возникают клинические симптомы, свя­занные с расстройствами деятельности мозга. При этом особенно часто стра­дает вестибулярный аппарат, появля­ются головные боли, головокружения. По степени выраженности патологиче­ского процесса выделяют 4 стадии за­болевания:

I — начальная,

II — уме­ренно выраженная,

III — выраженная,

IV — генерализованная (встречается крайне редко).

Помимо стадий, отме­чают наиболее типичные синдромы: ангиодистонический, ангиоспастический, вегетативного полиневрита, невротиче­ский, вегетомиофасцита, диэнцефальный и вестибулярный.

Низкочастотная общая вибрация, особенно резонансного диапазона, вызывая длительную травматизацию межпозвоночных дисков и костной ткани, смещение органов брюшной полости, изменения моторики гладкой мускулатуры желудка и кишечника, может приводить к болевым ощущениям в области поясницы, возникновению и прогрессированию дегенеративных изменений позвоночника, заболеваний хроническим пояснично-крестцовым радикулитом, хроническим гастритом.

У женщин, подвергающихся длительному воздействию общей вибрации, отмечается повышенная частота гинекологических заболеваний, самопроизвольных абортов, преждевременных родов. Низкочастотная вибрация вызывает у женщин нарушение кровообращения органов малого таза.

Ткани человека обладают различной способностью к передаче вибрации. Наилучшим проводником вибрации являются кости, мягкие ткани. Суставы же являются эффективными гасителями колебаний. С повышением частоты вибрации амплитуда колебаний частей тела по мере удаления от точки приложения уменьшается. Так, например, в диапазоне частот 50-70 Гц до головы доходит около 10% энергии передаваемой вибрации человеку, находящегося на виброплатформе. Вибрация частотой более 100 Гц практически не передается по телу человека и является большей частью местной.

Органы, непосредственно воспринимающие вибрации, делятся на две группы. К первой относятся органы равновесия (вестибулярный аппарат), находящиеся во внутреннем ухе. Взаимодействуя с соответствующими связями в мозгу, они работают как интегральный измеритель угловых и линейных ускорений. Информация, посылаемая в мозг органами равновесия, находящимися под влиянием вибраций, может оказаться искаженной, дезориентирующей, а в некоторых случаях раздражающей и вызывающей у человека состояние болезни. Силы и перемещения, вызываемые вибрацией, улавливаются большим числом механорецепторов во всем организме. Некоторые из них, находящиеся в мышцах и сухожилиях, сигнализируют о положении тела и действующих на него нагрузках. Они взаимодействуют с отделом центральной нервной системы, регулирующим положение тела и его движение. Эти рецепторы реагируют на любые изменения, в том числе низкочастотные.

Ко второй группе относятся рецепторы, расположенные в коже и соединительных тканях. Они выполняют функции осязания, реагируя на более высокие частоты (около 30 Гц). Вибрации оказывают определенное влияние на организм также через органы зрения и слуха.

Характер воздействий вибрации на человека зависит от их длительности. Нарушения физиологических функций организма, наступающие под влиянием вибраций, имеют тенденцию к усилению с увеличением длительности воздействия.

Вибрация, высокий вибрационный фон среды представляют опасность для здоровья не только рабочих, в условиях производства, но и для других групп населения. Источниками вибрации в жилых зданиях являются: транспорт, промышленные установки, инженерно-тех­нологическое оборудование зданий. По интенсивности колебаний наиболее воздействует на человека городской рельсовый транспорт: мелкого заложения и открытые радиусы метрополитена, железнодорожные магистрали. Вибрация, возникающая в зданиях от движения поездов, имеет регулярный прерывистый характер. По мере уда­ления от источника амплитуда колебаний снижается.

При распространении колебаний по высоте много­этажного здания на верхних этажах наблюдается как ослабление, так и усиление вибрации, в зависимости от резонанса. Изученные типы конструкций зданий в условиях одинаковых грунтов не оказывают существен­ного влияния на уровни вибрации в жилых помещениях.

В некоторых случаях регистрируются высокие уров­ни вибрации от инженерно-технологического оборудова­ния самих зданий (лифты) и встроенных объектов.

В основе профилактики вибрационной болезни лежит гигиенически обоснован­ное нормирование уровней вибрации. При этом учитываются направленность, продолжительность действия, характер вибрации. В Российской Федерации уровни вибрации на рабо­чих местах в производственных по­мещениях, на горных, сельско-хозяйст­венных, мелиоративных, строительно-дорожных машинах, железнодорож­ном и автомобильном транспорте, на судах регламентируются санитарным законодательством.

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими параметры производственных вибраций, являются: "Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих" № 3041-84 и "Санитарные нормы вибрации рабочих мест" № 3044-84.

В настоящее время около 40 государственных стандартов регламентируют технические требования к вибрационным машинам и оборудованию, системам виброзащиты, методам измерения и оценки параметров вибрации и другие условия.

**Список литературы**

1. Арустамов Э.А. Безопасность жизнедеятельности. – М.: 2001.
2. Гарин В.М. Экология для технических вузов. – Ростов на Дону: 2001.
3. Криксунов Е.А., Пасечник В.В., Сидорин А.П. Экология. – М.: «Дрофа», 2004.