

ИЗМЕРЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ВИБРАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

Ю.В. ГУДЗЬ, Е.М. МАЛИЕВ, Ю.М. ПРОШИН, Л.П. ЧЕРКАШИН, А.В. ШИЯНОВ

*ООО «ЭКЦ «Безопасность»,
350020, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Красных Партизан, 559,
электронная почта: bezopasnost_07@mail.ru*

В статье рассмотрена проблема воздействия вибрации на организм человека и принципов нормирования уровня вибрационных нагрузок, возникающих при производственном процессе.

Ключевые слова: вибрация, производственный процесс, организм человека, параметры, контроль.

Современные технологии требуют непрерывного контроля многих параметров технологического процесса и контроля состояния оборудования. К числу важнейших относятся параметры механического движения, в частности параметры периодических перемещений исследуемого объекта в пространстве (вибрации). Этими параметрами являются виброперемещение (амплитуда вибрации) и виброскорость (частота вибрации).

Подобный контроль необходим в самых разных областях: в полупроводниковой электронике (контроль вибрации установок для выращивания кристаллов), в микроэлектронике (вибрация установок фотолитографии), в машиностроении (вибрация станков и биение деталей), в автомобильной промышленности (контроль вибрации отдельных узлов автомобилей и всего автомобиля в целом), на железнодорожном транспорте (датчики приближения поезда), в энергетике (контроль вибрации лопаток газовых турбин), в авиастроении (контроль биений турбин) и т.д. Для этого применяются различные методы измерения параметров вибрации: контактные, подразумевающие механическую связь датчика с исследуемым объектом, и бесконтактные, т.е. не связанные с объектом механической связью. Контроль предполагает сравнение первичной информации, полученной при измерениях, с нормативным значением параметра. Допустимые уровни вибрационных

нагрузок на оборудование устанавливаются в результате его испытаний и содержатся в соответствующей нормативно – технической документации.

Однако при производственном процессе вибрация оказывает влияние не только на средства производства и средства измерения, но и на человека. В связи с этим контроль вибраций на производстве имеет еще одну задачу – обеспечение безопасных условий труда.

Целью данной статьи является изучение воздействия вибрации на организм человека и принципов нормирования уровня вибрационных нагрузок, возникающих при производственном процессе.

Основными нормируемыми параметрами вибрации являются: частота (Гц), амплитуда колебания (м), период колебания (с), виброскорость (м/с), виброускорение (м/с²) [2].

В зависимости от характера контакта работника с вибрирующим оборудованием различают локальную и общую вибрацию [1]. Локальная вибрация передается в основном через конечности рук и ног. Общая – через опорно-двигательный аппарат. Существует еще и смешанная вибрация, которая воздействует и на конечности, и на весь корпус человека. Локальная вибрация имеет место в основном при работе с вибрирующим ручным инструментом или настольным оборудованием. Общая вибрация преобладает на транспортных машинах, в производственных цехах тяжелого машиностроения, лифтах и т.д., где вибрируют полы, стены или основания оборудования.

Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение «стоя») составляют 4–6 Гц, головы относительно плеч (положение «сидя») – 25–30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6–9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций, характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности [3].

Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т.п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии – вибрационной болезни.

Ручные машины, вибрация которых имеет максимальные уровни энергии в низких частотах (до 35 Гц), вызывают вибрационную патологию с преимущественным поражением нервно-мышечного и опорно-двигательного аппарата. При работе с ручными машинами, вибрация которых имеет максимальный уровень энергии в высокочастотной области спектра (выше 125 Гц), возникают сосудистые расстройства с склонностью к спазму периферических сосудов. При воздействии вибрации низкой частоты заболевание возникает через 8–10 лет (формовщики, бурильщики), при воздействии высокочастотной вибрации – через 5 и менее лет (шлифовщики, рихтовщики).

Различают допустимые уровни вибрации: гигиеническое и техническое нормирование вибраций [1]. Гигиенические – ограничивают параметры вибрации рабочих мест и поверхности контакта с руками работающих исходя из физиологических требований, исключая возможность возникновения

вибрационной болезни. Технические –ограничивают параметры вибрации не только с учетом указанных требований, но и исходя из достижимого на сегодняшний день для данного типа оборудования уровня вибрации.

Масса вибрирующего оборудования или его частей, удерживаемых руками, не должна превышать 10 кг, а усилие нажима –20 кг.

Общая вибрация нормируется с учетом свойств источника ее возникновения и подразделяется на вибрацию [1]:

– транспортную, которая возникает в результате движения машин по местности и дорогам;

– транспортно-технологическую, которая возникает при работе машин, выполняющих технологическую операцию в стационарном положении, а также при перемещении по специально подготовленной части производственного помещения, промышленной площадке или на оптовых базах;

– технологическую, которая возникает при работе стационарных машин или передается на рабочие места, не имеющие источников вибраций (например, от работы холодильных, фасовочно-упаковочных машин).

Высокие требования предъявляют при нормировании технологических вибраций в помещениях для умственного труда (дирекция, диспетчерская, бухгалтерия и т.п.). Гигиенические нормы вибрации установлены для рабочего дня длительностью 8 ч (табл. 1).

Таблица 1 – Влияние вибрации на организм человека [1]

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016–0,050	40–50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051–0,100	40–50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101–0,300	50–150	Возможное заболевание
0,101–0,300	150–250	Вызывает виброболезнь

Санитарные нормы устанавливают предельно допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий (табл. 2).

Таблица 2 – Допустимые величины вибрации в производственных помещениях предприятий [1].

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Скорость колебательных движений, см/с	Ускорение колебательных движений, см/с ²
0,6–0,4	До3	1,12–0,76	22–14
0,4–0,15	3–5	0,76–0,46	14–15
0,15–0,05	5–8	0,46–0,25	15–13
0,05–0,03	8–15	0,25–0,28	13–27
0,03–0,009	15–30	0,28–0,17	27–32
0,009–0,007	30–50	0,17–0,22	32–70
0,007–0,005	50–75	0,22–0,23	70–112
0,005–0,003	75–100	0,23–0,19	112–120
* 1,5–2	45–55	1,5–2,5	25–40

* При таких параметрах вибрации даже сверхпрочные клепочные конструкции до полного своего разрушения выдерживают не более 30 минут

Для снижения воздействия вибрирующих машин и оборудования на организм человека применяются следующие меры и средства:

– замена инструмента или оборудования с вибрирующими рабочими органами на невибрирующие в процессах, где это возможно (например, замена электромеханических кассовых машин на электронные);

– применение виброизоляции вибрирующих машин относительно основания (например, применение рессор, резиновых прокладок, пружин, амортизаторов);

– использование дистанционного управления в технологических процессах (например, использование телекоммуникаций для управления вибротранспортером из соседнего помещения);

– использование автоматики в технологических процессах, где работают вибрирующие машины (например, управление по заданной программе);

– использование ручного инструмента с виброзащитными рукоятками, специальной обуви и перчаток [4, 5].

Таким образом, проведенный анализ позволил рассмотреть отрицательные стороны влияния вибрации и важность ее контроля и определить методы снижения воздействия вибрации на человека в качестве решения проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы».
2. ГОСТ 24346-80 «Вибрация. Термины и определения».
3. ГОСТ 31192.1-2004 «Вибрация. Измерение локальной вибрации и оценка ее воздействия на человека. Общие требования».
4. ГОСТ 12.4.002-97 «ССБТ. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний».
5. ГОСТ 12.4.024-76 «ССБТ. Обувь специальная виброзащитная. Общие технические требования».

REFERENCES

1. SN 2.2.4/2.1.8.566-96 «Proizvodstvennaya vibratsiya, vibratsiya v pomeshcheniyakh zhilykh i obshchestvennykh zdaniy. Sanitarnye normy».
2. GOST 24346-80 «Vibratsiya. Terminy i opredeleniya».
3. GOST 31192.1-2004 «Vibratsiya. Izmerenie lokalnoy vibratsii i otsenka ee vozdeystviya na cheloveka. Obshchie trebovaniya».
4. GOST 12.4.002-97 «SSBT. Sredstva zashchity ruk ot vibratsii. Tekhnicheskie trebovaniya i metody ispytaniy».
5. GOST 12.4.024-76 «SSBT. Obuv spetsialnaya vibrozashchitnaya. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya».

MEASUREMENT AND CONTROL OF VIBRATION DURING THE PRODUCTION PROCESS

YU.V. GUDZ, E.M. MALIEV, YU.M. PROSHIN, L.P. CHERKASHIN, A.V. SHIYANOV

*LLC "Expert-consultative Center "Security"
559, Krasnykh Partizan str., Krasnodar, Russian Federation, 350020,
e-mail: bezopasnost_07@mail.ru*

In the article the problem of vibration on the human body and the principles of the valuation level of vibration loads encountered in the manufacturing process.

Key words: vibration, the production process, the human body, the settings control.