

Студент гр. 11208117 Дёмин А.С.
Научный руководитель – Вершеня Е.Г.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Вибрация представляет собой механические колебания, оказывающие ощутимое влияние на организм человека.

Вибрация возникает при работе машин и механизмов, имеющих неуравновешенные и несбалансированные вращающиеся органы с движениями возвратно-поступательного и ударного характера. К такому оборудованию относятся металлообрабатывающие станки, ковочные и штамповочные молоты, электрические и пневматические перфораторы, механизированный инструмент, а также приводы, вентиляторы, насосные установки, компрессоры. С физической точки зрения между шумом и вибрацией принципиальных различий нет. Разница заключается в восприятии: вибрация воспринимается вестибулярным аппаратом и средствами осязания, а шум органами слуха. Колебания механических тел с частотой менее 20 Гц воспринимаются как вибрация, более 20 Гц – как вибрация и звук.

Следует отметить, что в определенных условиях вибрация оказывает благоприятное действие на организм человека и применяется в медицине для улучшения функционального состояния нервной системы, ускорения заживления ран, улучшения кровообращения, лечения радикулитов и т.п. Однако во многих случаях в производственных условиях под воздействием вибрации в организме человека наблюдается изменение сердечной деятельности, нервной системы, спазм сосудов, изменения в суставах, приводящие к ограничению их подвижности. Длительное воздействие вибраций приводит к профессиональному заболеванию – вибрационной болезни. Она выражается в нарушении многих физиологических функций человека. Эффективное лечение возможно только на ранней стадии заболевания. Среди профессиональных заболеваний вибрационная болезнь занимает одно из ведущих мест. Этиологическим фактором развития заболевания является производственная вибрация. Такие сопутствующие факторы, как статико-динамические нагрузки, охлаждение и смачивание рук, шум, вынужденная рабочая поза, уменьшают сроки развития заболевания и обуславливают некоторые особенности клинической картины заболевания. Наиболее высокая заболеваемость вибрационной болезнью регистрируется на предприятиях тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения, горнорудной промышленности и составляет 9,8 случая на 100 тысяч работающих.

Вибрация рассматривается как сильный стресс-фактор, оказывающий отрицательное влияние на психомоторную работоспособность, эмоциональную сферу и умственную деятельность человека, и повышающий вероятность возникновения несчастных случаев. Вибрация, воздействующая на человека, нормируется для каждого направления в каждой октавной полосе. Важное значение имеет частота вибраций. Частоты порядка 35-250 Гц наиболее характерные при работе с ручным инструментом, могут вызвать вибрационную болезнь со спазмой сосудов. Частоты ниже 35 Гц вызывают изменения в нервно-мышечной системе и суставах. Наиболее опасны производственные вибрации равные или близкие к частоте колебания человеческого организма или отдельных органов и равные 6-10 Гц (собственная частота колебаний рук и ног 2-8 Гц, живота 2-3 Гц, груди 1-12 Гц). Колебания с такой частотой влияют на психологическое состояние человека. Особенно опасны вибрации с большой амплитудой, которые оказывают в основном неблагоприятное действие на костно-суставный аппарат. При малой интенсивности и кратковременном воздействии вибрация оказывает даже благоприятное влияние. При высокой интенсивности и продолжительном действии вибрация может привести к развитию профессиональной вибрационной болезни, которая при известных условиях может

перейти в «церебральную» форму (поражение центральной нервной системы), практически неизлечимую.

Борьба с вибрацией в источнике её возникновения предполагает конструирование и проектирование таких машин и технологических процессов, в которых исключены или снижены неуравновешенные силы, отсутствует ударное взаимодействие деталей, вместо подшипников качения используются подшипники скольжения. Применение специальных видов зацепления и чистоты поверхности шестерен позволяют снизить уровень вибрации на 3-4 дБ. Устранение дисбаланса вращающихся масс достигается балансировкой.

Вибродемпфирование – это снижение вибрации объекта путем превращения ее энергии в другие виды (в конечном счете, в тепловую). Увеличения потерь энергии можно достичь разными приемами: использованием материалов с большим внутренним трением; использованием пластмасс, дерева, резины; нанесением слоя упруго вязких материалов, обладающих большими потерями на внутреннее трение (рубероид, фольга, мастики, пластические материалы и др.). Толщина покрытий берется равной 2-3 толщинам демпфируемого элемента конструкции. Хорошо демпфируют колебания смазочные масла.

Виброгашение – это способ снижения вибрации путем введения в систему дополнительных реактивных сопротивлений. Чаще всего для этого вибрирующие агрегаты устанавливают на массивные фундаменты. Одним из способов увеличения сопротивления является установка виброгасителей. Наибольшее распространение получили динамические гасители. Другим видом гасителей являются буферные емкости, служащие для превращения пульсирующего потока газа в равномерный. Возможно применение комбинированных защитных устройств. В этом случае говорят о динамических виброгасителях с трением.

Вибропоглощение – метод снижения вибрации путем усиления в конструкции процессов внутреннего трения, рассеивающих виброэнергию в результате необратимого преобразования ее в теплоту при деформациях, возникающих в материалах, из которых изготовлена конструкция, и в местах соединения ее элементов (заклепочных, резьбовых, прессовых и др.). В настоящее время вибропоглощение осуществляется преимущественно путем применения конструкционных материалов с повышенным значением коэффициента потерь и вибропоглощающих покрытий. Перспективным в вибропоглощении является нанесение на колеблющиеся поверхности элементов конструкции высокоэффективных вибропоглощающих материалов. Они могут изготавливаться на основе меди, свинца, олова, битума и других материалов. Большое распространение получила многокомпонентная система на основе полимера, способного рассеивать механическую энергию в большом количестве при основных деформациях: растяжении, изгибе, сдвиге. Из других компонентов полимерной системы главными являются пластификаторы и наполнители. Пластификаторы придают полимеру требуемое сочетание свойств эластичности и пластичности. Наполнители (сажа, графит, слюда и др.) сообщают материалу необходимые эксплуатационные свойства; они могут, например, повысить его прочность, облегчить обработку. Вибропоглощающий материал выпускается промышленностью в отвержденном виде листов и мастичных состояниях. Листовой приклеивается к вибрирующей поверхности; мастику наносят методом штапелирования или напыления.

Виброизоляция – это способ уменьшения вибрации защищенного объекта посредством введения в систему упругой связи, препятствующей передаче вибрации от источника. Между источником вибрации и человеком, являющимся одновременно объектом защиты, устанавливают устройство – виброизолятор. В качестве виброизоляторов используют металлические пружины, резину, пробку, войлок. Выбор того или иного материала обычно определяется величиной требуемого прогиба и условиями, в которых виброизолятор будет работать. Резина имеет малую плотность, хорошо крепится к деталям, ей легко придать любую форму, и она обычно используется для виброизоляции машин малой и средней массы. Металлические пружины применяют обычно тогда, когда рабочие условия делают невозможным применение резины. Конструктивно пружинные виброизоляторы можно выполнить для работы практически

на любой частоте. Однако металлические пружины имеют тот недостаток, что, будучи спроектированы на низкую частоту, они пропускают более высокие частоты. Пробку используют при нагрузке 50–150 кПа, отвечающей рекомендованному диапазону упругости. Обычно установку сначала устанавливают на бетонные блоки и уже последние отделяют от фундамента с помощью нескольких слоев пробковой плитки толщиной 2–15 см. Увеличение толщины будет понижать частоту, выше которой виброизоляция эффективна, но при большой толщине возникает проблема устойчивости. Поэтому пробку не применяют в области низких частот. С течением времени от нагрузки пробка сжимается. Войлок толщиной 1–2,5 см, занимающий площадь 5% площади основания машины, – весьма распространенный изолирующий материал. Он имеет относительно большой коэффициент потерь и поэтому эффективен на резонансных частотах. Обычно войлок применяют в частотном диапазоне свыше 40 Гц. Примером виброзащиты могут служить гибкие вставки в воздуховодах, «плавающие полы», виброизолирующие опоры (для изоляции машин с вертикальной возмущающей силой).

Для защиты работника от вибрации применяются следующие средства индивидуальной защиты:

Для защиты ног используют специальную виброизолирующую обувь (в соответствии с ГОСТ 12.4.024). Обычно это бывают сапоги, полусапоги или ботинки, выпускающиеся как женских, так и мужских моделей. Обувь этого вида производится из синтетических, текстильных и комбинированных материалов, а также из кожи. Помимо прочего подобная обувь обеспечивает защиту работника от ударов энергией до 50 Дж и нетоксичной пыли. Гашение вибрации происходит благодаря наличию специальных вкладышей, стелек или подошв, сделанных из упругодемпфирующих материалов.

Для защиты рук современная промышленность предлагает виброзащитные рукавицы и перчатки (требования ГОСТ 12.4.002; ГОСТ 12.4.20). Их основное отличие от других специальных средств защиты заключается в использовании упругодемпфирующих элементов. Обычно они закрепляются или на ладонной поверхности, или в накладке. Также выпускаются специальные прокладки и пластины, снабженные креплениями к руке и предназначенные для обхвата вибрирующих деталей механизма (например, рукояток).