

можно использовать ГОСТ 1643 «Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски».

Вместе с тем, реализовать многопарное зацепление в передачах с малым числом зубьев (менее 17) без их подреза практически сложно. Поэтому для подобных случаев можно рекомендовать ограничиваться синтезом передач с торцовым перекрытием зубьев в пределах

$$1,5 < \varepsilon_{\alpha} < 2, \quad (3)$$

т. е. проектировать передачи с однопарным контактом и увеличенной областью двухпарного зацепления, что также повышает прочность и ресурс передач, но в меньшей степени — в 1,1...1,3 раза. Такие передачи имеют стандартный исходный контур и при их изготовлении новый зуборезный инструмент не требуется.

Указанные способы повышения надежности и качества зубчатых передач на основе условий (1) и (3) можно распространить и на конические передачи с прямыми и круговыми зубьями, которые тоже широко применяются в силовых трансмиссиях КШО.

Таким образом, без значительных материальных затрат, только за счет оптимального параметрического синтеза приводных зубчатых передач можно существенно повысить их прочность и ресурс и на этой основе расширить технологические возможности и увеличить межремонтные циклы КШО.

Список литературы

1. *Справочник по геометрическому расчету эвольвентных зубчатых и червячных передач* / Под ред. И.А. Болотовского. М.: Машиностроение, 1986. 447 с.
2. *Мельников В.З.* Повышение надежности и качества зубчатых передач на основе модификации геометрии зацепления // *Подъемно-транспортное дело*. 2006. № 4. С. 2—4.
3. *Мельников В.З.* Определение нагрузки на зубья при многопарном зацеплении // *Автомобильная промышленность*. 2000. № 3 С. 28—29.
4. *Ланской Е.Н., Банкетов А.Н.* Элементы расчета деталей и узлов кривошипных прессов. М.: Машиностроение, 1966. 380 с.
5. *Вулгаков Э.Б., Капелевич А.Л.* Возможности несимметричных зубчатых передач // *Вестник машиностроения*. 1986. № 4. С. 14—16.
6. *Фрадкин Е.И.* О шлифовании чугунных зубчатых колес из непрорезанной заготовки // *Вестник машиностроения*. 1996. № 9. С. 22—24.
7. *Мельников В.З.* Зубчатые передачи с многопарным зацеплением: Учеб. пособ. М.: МГИУ, 2006. 60 с.

УДК 621.974:621.73.06

Ю. В. ИВАНОВ, канд. техн. наук (НПО «Средства охраны труда», г. Ижевск)

Виброизолирующие установки ковочных молотов

Рассмотрены реализованные конструкции виброизолирующих установок для гаммы ковочных молотов. Эффективность установок достигается благодаря соответствующей частотной настройке, учитывающей требования по вибробезопасности, и обеспечению длительного срока службы используемых амортизаторов.

There are considered the realized designs of antivibration mounts for a range of forge hammers. Efficiency of these mounts is achieved due to the corresponding frequency adjustment, which is taking into account the requirements on vibration safety, and maintenance of durability of used shock-absorbers.

Ковочные молоты составляют весьма значительную часть в общем объеме кузнечно-прессового оборудования. Модельный ряд ковочных молотов включает в себя большое

разнообразие конструкций с массой падающих частей в диапазоне от 50 кг до 5...7 т. Простота эксплуатации и типовый набор упрощенного инструментария определяют ши-

рокий спектр работ, выполняемых на молотах на стадии заготовительного производства.

Традиционный недостаток кузнечных молотов — высокий уровень вибраций, возникающих при работе данного оборудования. Источником вибраций является фундамент молота, который проявляет свою виброактивность при работе машины. Рабочее место кузнеца находится на фундаменте молота, поэтому воздействие вибраций на кузнеца максимально.

Существующий уровень вибраций в сочетании с производственными шумами является определяющим негативным производственным фактором, который значительно превышает установленные санитарные нормы, регламентируемые ГОСТ 12.1.012, что негативно влияет на персонал, увеличивая число профзаболеваний. Наличие технологических вибраций снижает конкурентоспособность данного оборудования, препятствуя дальнейшему распространению ковочных молотов.

Для нормализации вибрационного производственного фактора следует учитывать возможности и резервы человеческого организма, его способность адаптироваться к определенному уровню негативного влияния производственной среды, а также возможности основного технологического оборудования по необходимой частотной настройке системы для обеспечения безопасных условий работы.

Каждый человек имеет индивидуальный спектр частотных колебаний взаимодействия организма с окружающей средой, который находится в диапазоне 6...8 Гц, а отдельные части тела резонируют с частотами 25...30 Гц.

Для обеспечения эффективной виброизоляции необходимо выбрать такой минимальный диапазон парциальной частотной настройки механической системы, который обеспечит безопасность персонала. При этом следует учитывать величину допускаемых нагрузок на амортизаторы во избежание их преждевременного разрушения. Указанные технические возможности соответствуют диа-

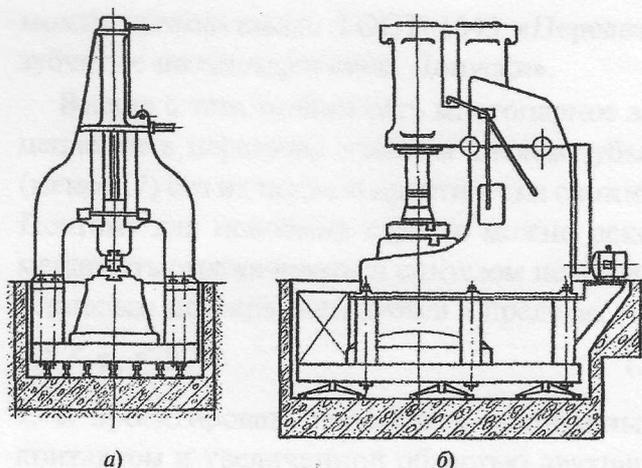
пазону частотной настройки механической системы кузнечных молотов 3...4 Гц.

Вибрации, генерируемые ковочными молотами, представляют собой импульсные неустановившиеся колебания. Основная доля энергии спектральных составляющих располагается в области частот 8...50 Гц. Максимальные значения виброперемещений достигают 1,2 мм, виброскорости — 100 мм/с.

Несмотря на различный характер вибраций, создаваемых кузнечными молотами, частота колебаний грунта на некотором расстоянии от молота одинакова для любого вида установки молота и равна 8...12 Гц. При распространении их по грунту наблюдается «расплывание» волнового пакета, при этом волны возмущения, достигающие элементов зданий, формируют возбуждение резонансных колебаний несущих элементов конструкции здания, что приводит к появлению признаков разрушения.

Для снижения уровня действующих вибраций применяются различные конструкции виброизолирующих установок молотов. Традиционно используемый, громоздкий, виброизолированный инерционный блок [1], на который устанавливают молот, является дорогостоящим по исполнению и вызывает затруднения при эксплуатации. Для штамповочных молотов используют схему подшаботной виброизоляции, при которой амортизаторы устанавливают непосредственно под шабот молота [2]. Данные виброизолирующие установки успешно эксплуатируются в течение продолжительного времени как у нас в стране, так и за рубежом.

Для ковочных молотов, имеющих разомкнутую схему станины, шабот размещается отдельно от стоек. Установка амортизаторов непосредственно под шабот оказалась не эффективной, так как в этом случае шабот при ударе поворачивался относительно стоек, неподвижно закрепленных на фундаменте, что приводило к сбрасыванию поковки с нижнего штампа. Кроме того, по данным завода, на котором установлен молот, снижается КПД удара [3]. Предлагаемая в работе [4] схема



Схемы виброизолирующих установок ковочных молотов:
а) — арочный ковочный молот; б) — пневматический ковочный молот

виброизоляции ковочного молота больше подходит для лабораторных испытаний, чем для производственных нужд.

Разработаны и прошли апробацию в течение длительного срока эксплуатации (более 15 лет) конструкции виброизолирующих установок для всей гаммы ковочных молотов (см. рисунок). В данных виброизолирующих установках реализованы схемы замкнутых станин, аналогичные схемам, применяемым в штамповочных молотах.

В указанных конструкциях шабот и стойки станины связаны между собой опорной сварной рамой и проставками. Шабот на раме установлен на прокладке из конвейерной ленты и снабжен ограничителями смещения с расклиниванием. Проставки, опоры стоек и рама не имеют возможности взаимного смещения благодаря ограничителям, привариваемым после сборки молота. Для сочленения элементов станины в конструкции виброизолирующей установки использованы специальные шпильки с амортизаторами. Рама установлена на амортизаторах, в качестве которых используются железнодорожные рессоры.

В случае аналогичной виброизолирующей конструкции ковочного пневматического молота используется груз-уравновешиватель, установленный на раме, который центрирует

вертикальные составляющие статической нагрузки установки.

Данная виброизолирующая установка ковочного молота при ударе ведет себя подобно штамповочному молоту. Связанная замкнутая станина плавно смещается на рессорах. Отсутствует боковая раскачка шабота. Вибрации демпфируются внутри системы и на фундамент не передаются. Ударное перемещение опорной рамы достигает 11...15 мм, время затухания колебаний составляет 0,1...0,3 с. При скорости падающих частей перед ударом, равной 6,4 м/с, парциальная частота колебаний конструкции составляет 3...4 Гц. Параметры вибрации фундамента: виброперемещение — 0,15 мм; виброскорость — 5 мм/с. Таким образом, полученные параметры виброизолирующей установки соответствуют нормам ГОСТ 12.1.012.

При эксплуатации указанных виброизолирующих установок ковочных молотов обеспечивается высокий уровень вибробезопасности для персонала. При этом вибрации снижаются в 4...6 раз по сравнению с жесткой установкой молота. Отсутствуют перекося и смещение конструкции машины. Упрощены обслуживание и замена амортизаторов. Гарантировано отсутствие сбрасывания поковки с нижнего штампа.

Эксплуатация виброизолирующих установок в течение длительного времени показала их эффективность. Установки рекомендуются к широкому внедрению в кузнечных цехах.

Список литературы

1. *Проектирование, строительство и эксплуатация виброизолированных фундаментов для штамповочных и ковочных молотов с весом падающих частей до 16 т (Руководящий материал)*. Воронеж: ЭНИКМАШ, 1967. 83 с.
2. *Климов И. В., Кошелев В. П., Носов В. С.* Виброизоляция штамповочных молотов. М.: Машиностроение, 1979. 134 с.
3. *Жачкин Ю. В., Лапин С. К.* Фундамент ковочного молота с м.п.ч. 3 т мод. М134А с подрессоренным шаботом // Кузнечно-штамповочное производство. 1976. № 3. С. 22—24.
4. *Талочеров В. Н., Лукс Р. К.* Совершенствование виброизолирующего устройства ковочного молота // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2008. № 6. С. 39—41.