

УДК 539 434

А.Г. Капсаров, к.т.н., инженер; С.Я. Бондарь, гл. инженер депо;
А.Ф. Дулевич, доцент; А.П. Станишевский, инженер; Е.Н. Карабельников, инженер

ПОВЫШЕНИЕ ВИБРАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ КРЕПЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТОДАМИ ПРИКЛАДНОЙ АКУСТИКИ

Results of investigation of physical and mechanical properties constructions in the large range frequency of cyclic bending are given.

Известно, что зубчатые передачи транспортных средств, например вал-шестерня (ВШ) конического редуктора, подвержены значительным вибронагрузкам (до 110 дБ и более).

Характер распределения колебательной энергии в такого рода протяженных системах с асимметричной вибронагруженной массой на входном большем торце подобен стандартным полуволновым концентраторам. При этом спектр собственных и наложенных частот значительно более широк, простирается от десятков Гц до нескольких килогерц макроконтактных взаимодействий и достигает мегагерцевого диапазона в износоусталостных процессах, связанных с явлениями внутреннего трения [1].

Заметим, что наибольшие амплитуды колебательного смещения наблюдаются в зонах наименьшего характерного размера (равного расстояниям, проходимым звуковой волной в период одного колебания).

Так, продольные волны генерируют колебания звуковой и ультразвуковой частот на расстояниях соизмеримых с десятками долями метра, а мегагерцовые колебания рассеивают энергию на более мелких элементах, к которым относится и резьбовой контур.

В этой связи проблемны явления износоусталости в оконечных элементах валов, выступающих как источники и приемники колебательных возмущений.

В процессах, совмещающих влияние износа и усталости, эти явления особенно актуальны с позиций увеличения надежности резьбовых соединений на концах валов, где значительны напряжения от предварительной затяжки гайки.

Непосредственной причиной разрушения вибронагруженных витков резьбы, наряду со статическим усилием затяжки, является внутреннее трение [1] и вибрационная усталость [2–5]. При этом усталостные процессы многократно ускоряются совокупностью изложенных факторов.

Так как высота профиля резьбы в силовых резьбовых соединениях на несколько порядков меньше диаметров, то именно на них и концентрируется выделяемая при ударах и трении высокочастотная энергия, что, при достаточно высоком уровне амплитуд, ускоряет разрушение этих элементов.

С целью повышения надежности и долговечности резьбового соединения нами разработана и внедрена оригинальная стопорная конструкция, состоящая из крепежной гайки 1, имеющей продольные прорези до половины ее высоты, с внутренней и наружной резьбой, на которую навинчивается демпфирующая гайка 2, которая стопорится фиксирующей пластиной 3 и винтом 4. Пластина 3 устанавливается в пазы, которые профрезированы на торце вала, а также гаек 1 и 2 на ширину пластины. Для фиксации гайки 2 в нужном положении на ее торце выполнены радиальные пазы.

В данной конструкции, наряду с увеличением общего числа рабочих витков, предусмотрены элементы последовательного демпфирования энергии колебаний за счет

многоуровневого увеличения коэффициента рассеяния в негладких слоях контактных поверхностей, лежащих за пределами напряженного участка резьбовой поверхности.

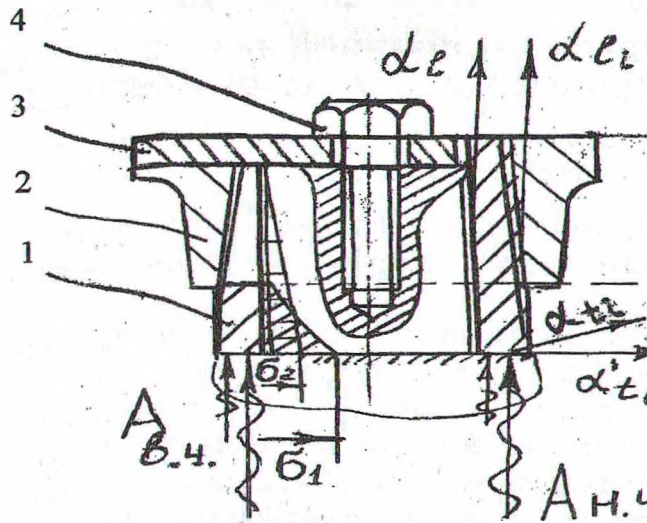


Рис. Принципиальная конструкция стопорного устройства вала-шестерни

В отличие от традиционного, однонаправленного, нами предложено многовекторное, сложное распределение акустической энергии, где контур поглощения частично вынесен за пределы наибольших механических усилий, а величина декремента затухания α целенаправленно увеличена перед акустическим входом в резьбовое пространство.

С этой целью нами на опорном торце гайки выполняются специальные микронеровности в виде спирали, которые частично рассеивают (демпфируют) колебания, поступающие на торец гайки. На рисунке индексами ℓ и t обозначены продольные и тангенциальные направления волнового фронта. Амплитуды колебательного смещения обозначены индексом A с указанием спектра действующих частот, высоких (в.ч.) и низких (н.ч.). Приведены также эпюры распределения напряжений σ , где наблюдается значительное различие исходных (σ_1) и полученных (σ_2) напряжений в резьбе гайки 1.

Увеличение высоты крепежной гайки, выполнение на ней наружной резьбы и продольных пазов дает возможность увеличить объем демпфирующих поверхностей и тем самым снизить концентрацию энергии колебаний на рабочих витках резьбы хвостовика.

Предлагаемая конструкция крепления может найти широкое применение в тяжело нагруженных резьбовых соединениях в машинах и механизмах лесной и деревообрабатывающей промышленности и в оборудовании производства строительных материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физическая акустика / Под ред. У. Мэзона. – М., 1970. – Т.4, – Ч.Б. – С.320 – 381.
2. Довгялло И.Г. Исследование изменений механических свойств металлов при кручении под действием циклических нагрузок ультразвуковой частоты. Дис. кандидата техн. наук. – Минск, 1965. – 300 с.

3. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И., Зайцев А.В. Комплекс устройств для ускоренных испытаний трубопроводов гидросистем на усталостную долговечность // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины: Сб. научных трудов. – Минск, 1991. – С. 19–24.

4. Борд В.И. Исследование влияния высокочастотных вибраций на физико-механические свойства металлов и сплавов при сложном нагружении. Дис. кандидата техн. наук. – Минск, 1973. – 223 с.

5. Довгялло И.Г., Долбин Н.А., Борд В.И., Ранцевич В.Б. Влияние многоосного статического нагружения на поглощение ультразвука в конструкционных материалах // Ультразвуковые колебания и их влияние на механические характеристики конструкционных материалов: Сборник научных трудов. – Киев, 1986. – С. 76–80.

6. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И. Способ ультразвукового упрочнения поверхности металлических изделий // Ультразвук в технологии машиностроения-91: Сб. докл. мат. международной научно-технической конференции. – Архангельск, 1991. – С.17–20.

7. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И. Влияние параметров ультразвуковой отделочно-упрочняющей обработки на начальный износ шкворневого соединения трактора // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины: Сб. – Минск, 1989. – С.37–42.

8. Капсаров А.Г., Довгялло И.Г., Борд В.И., Долбин Н.А., Русак Н.А. и Королевич Е.Б. (СССР). – №4178588/24-10; Заявлено 20.10.86; Оpubл. 15.07.90. Бюл. № 26 // Открытия. Изобретения. – №26.

9. Капсаров А.Г., Борд В.И., Довгялло И.Г. Создание устройств для исследования высокочастотной усталости материалов и элементов конструкций с различными коэффициентами асимметрии цикла // Сб. докл. III Симпозиума научно-технических проблем ползучести материалов. – Белосток, 1989 – С.211–218.

УДК 621.185.532.

А.В. Блохин, аспирант; Ф.Ф. Царук, доцент; Н.А. Гайдук, студент

КОМПЛЕКС ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

The equipment for accelerated fatigue tests is represented.

Разработка нового технологического оборудования и повышение служебных характеристик существующего невозможны без создания испытательных стендов, которые позволяют в кратчайшие сроки провести усталостные испытания материалов и элементов конструкций. Предлагаемые в данной работе резонансные установки позволяют в сжатые сроки получить данные о характеристиках усталости различных материалов на больших базах испытаний в широком диапазоне частот (0.3 кГц; 2.8 кГц; 8.8 кГц; 18 кГц) и температур (300 – 1000°К) (рис. 1, 2).