

смотря на повышение усилия прижатия инструмента к заготовке. Микроструктура покрытия, полученная наплавкой проволоки Св-08Х13, представляет собой ферритно-мартенситную структуру с мелкодисперсными включениями карбидов металлов. Сплавы с подобной структурой и низким содержанием углерода имеют способность к значительным увеличениям твердости, прочности и износостойкости в результате наклепа (при пластическом деформировании со значительной степенью деформации). В результате ППД в поверхностном слое наплавленного покрытия образуется текстура с повышенной концентрацией дефектов кристаллической решетки $0,71 \cdot 10^9 \text{ см}^{-2}$. Также после ППД в покрытии возникают внутренние остаточные напряжения сжатия, которые блокируют раскрытие усталостных трещин, превращая их в нераспространяющиеся. Изменение ориентации структурных составляющих вдоль обрабатываемой поверхности под влиянием контактного давления, препятствующее росту усталостных трещин, в основном радиально ориентированных, объясняет повышение усталостной прочности ППД.

Введение в технологию восстановления валов наплавкой проволокой Св-08Х13 операции поверхностного пластического деформирования обкаточным роликом с силой его прижатия ролика 2900 Н повышает предел выносливости восстановленных валов на 25 – 30 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров, А. И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой / А. И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 345 с.
2. Кравчук, В. С. Сопротивление деформированию и разрушению поверхностно-упрочненных деталей машин и элементов конструкций / В. С. Кравчук, Абу Айаш Юсеф, А. В. Кравчук. – Одесса: Астропринт, 2000. – 160 с.
3. Пшибыльский, В. В. Технология поверхностной пластической обработки / В. В. Пшибыльский. – М.: Металлургия, 1991. – 479 с.

УДК 621-752(031):62.19

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСМИССИОННЫХ СИСТЕМ МОБИЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

**Н. Н. Ишин, А. М. Гоман, В. И. Адашкевич,
А. С. Скороходов, М. К. Натурьева**

Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск

Предложена методология оценки технического состояния редукторных систем мобильных машин, базирующаяся на мониторинге их вибрационных характеристик в процессе эксплуатации.

Переход от планово-предупредительной системы обслуживания оборудования и машин к обслуживанию по их фактическому состоянию является одним из путей сокращения непроизводительных расходов при эксплуатации изделий машиностроения. Поэтому разработка эффективных методико-инструментальных средств оценки технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса машин и механизмов является одной из приоритетных задач современного машиностроения.

Прогнозирование остаточного ресурса включает целый комплекс задач: диагностирование объекта, прогнозирование развития этого состояния в процессе эксплуатации и информирование персонала, обслуживающего объект, на основе этого прогноза рекомендациями об остаточном сроке службы. Наиболее перспективным методом безразборной диагностики технического состояния трансмиссионных систем является контроль их динамических характеристик путем постоянного или периодического мониторинга вибрационных параметров.

В Объединенном институте машиностроения НАН Беларуси, в ходе выполнения заданий ГПНИ «Механика», «Техническая диагностика», ГНТП «Машиностроение» разработаны методология и инструментальные средства оценки технического состояния и вибромониторинга трансмиссионных узлов мобильной техники, позволяющие прогнозировать их остаточный ресурс. Существенным отличием предложенных подходов от известных, является возможность оценки технического состояния трансмиссионных систем мобильных машин в условиях их работы при переменных нагрузках и скоростях движения. Разработанные методические подходы базируются на анализе расчетно-экспериментальных диагностических моделей механизма, связывающих уровень предельных вибраций узла со степенью и накоплением повреждений его элементов в эксплуатации.

Износ и контактное выкрашивание изменяют шаг зацепления зубчатой передачи и величины контактных площадок, усталостные трещины – жесткость зацепления, что приводит к изменению динамических составляющих нагрузки в зубчатом зацеплении. В свою очередь величина динамической нагрузки определяет уровень виброакустической активности зубчатой передачи, позволяющий установить взаимосвязь динамической составляющей нагрузки с параметрами вибраций, и, далее, со степенью износа и контактного выкрашивания отдельных пар зубьев, а также появлением усталостных трещин у ножек зубьев.

Таким образом, представляется возможным, установив корреляционную связь между параметрами износа (контактного выкрашивания) и изменением величины динамической составляющей нагрузки в зацеплении

от наработки, оцениваемой путем контроля величины генерируемых зубьями в процессе пересопряжения вибраций, создать методику оценки текущего технического состояния и остаточного ресурса зубчатых механизмов по изменению их динамических параметров.

Результаты теоретических и экспериментальных исследований были использованы при создании методических и инструментальных средств вибромониторинга редукторов мотор-колес (РМК) большегрузных самосвалов БелАЗ в их карьерной эксплуатации (рис. 1). Разработка аппаратурной части системы вибромониторинга редукторов мотор-колес основывалась на методике и алгоритмах, охватывающих ключевые моменты технологии диагностирования редукторных систем данного типа и непосредственно обеспечивающих сбор, обработку и выдачу информации о степени опасности диагностируемых состояний [1].



Рис. 1. Бортовая система вибромониторинга и диагностики РМК самосвала БелАЗ

Возможности системы для обнаружения дефектов элементов редуктора путем определения наличия существенных изменений в гармонических спектрах РМК при повреждении зубчатого колеса проиллюстрированы на рисунке 2. С этой целью в редукторе была проведена замена коронной шестерни ($z = 117$) на дефектную, имеющую скол зуба, и проанализированы спектры виброускорений в четырех контрольных точках РМК до и после проведения замены.

Во всех контрольных точках и на разных скоростных режимах на зубцовой частоте наблюдается более чем в два раза превышение уровня вибраций редуктора с дефектным колесом над уровнем вибраций бездефектного редуктора.

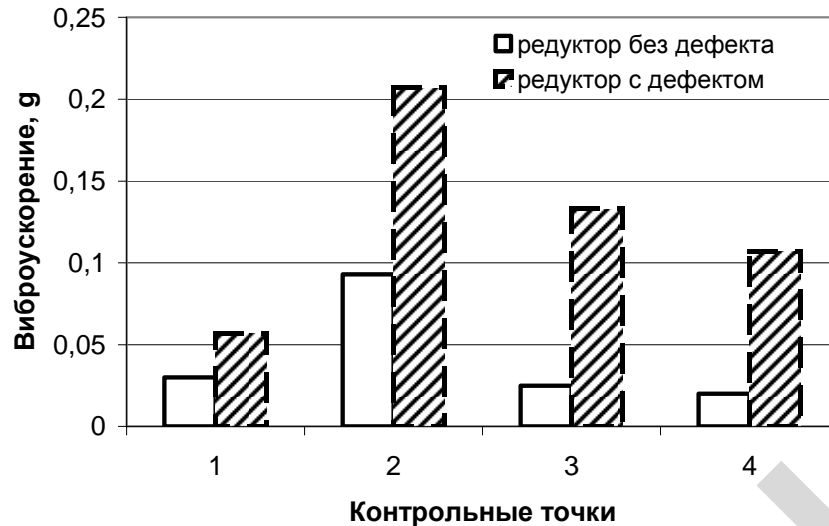


Рис. 2. Амплитуда виброускорений на зубцовой частоте в контрольных точках редуктора без дефекта и с дефектом при частоте вращения входного вала 600 мин^{-1}

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что выбранные в качестве критериев оценки технического состояния элементов редуктора параметры вибраций однозначно зависят от состояния зубчатых колес и могут быть использованы (при наличии статистической базы данных по предельным уровням вибраций для каждой шестерни редуктора) для диагностирования РМК при эксплуатации самосвала.

Созданные методология и инструментальные средства безразборной оценки технического состояния трансмиссионных узлов машин предназначены для своевременного предупреждения в условиях эксплуатации машины о предаварийном состоянии зубчатых приводных механизмов трансмиссионных систем для исключения ситуаций, связанных с аварийным отказом автомобиля. Применение бортовой системы вибромониторинга обеспечит повышение сроков службы и эксплуатационной готовности техники, переход от планово-предупредительного обслуживания машин к обслуживанию по фактическому состоянию, снижение времени простоя автомобильной техники, сокращение затрат на их обслуживание и ремонт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ишин, Н. Н. Вибромониторинг остаточного ресурса зубчатых передач / Н. Н.Ишин, А. М.Гоман, А. С.Скорыходов // Вестник БрГТУ.Машиностроение. – 2008. – №4(52) – С. 52 – 58.