

УДК 620.004.5

ВИБРОАКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА
ПЛАНЕТАРНЫХ РЕДУКТОРОВ

Н. Н. ИШИН, А. М. ГОМАН, А. С. СКОРОХОДОВ, М. К. НАТУРЬЕВА
ГНУ «ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Вопросы вибродиагностики зубчатых передач планетарных механизмов на сегодняшний день наиболее актуальны там, где надежность планетарного редуктора связана либо с вопросами безопасности (летательные аппараты [1]), либо со значительными затратами на ремонт уникальной техники (шахтное оборудование [2], турбоагрегаты [3], карьерная техника [4]). Вибрационные спектры планетарного редуктора требуют детального и сложного анализа, при этом используются практически все известные методы вибродиагностики: обработка сигналограмм, анализ спектров, применение метода синхронного накопления, взаимокорреляционного метода и т. д.

Отдел динамического анализа и вибродиагностики машин ОИМ НАН Беларуси специализируется на разработке фундаментальных и прикладных исследований в области мониторинга состояния, диагностики, улучшения виброакустических характеристик и прогнозирования остаточного ресурса механических систем, в том числе планетарных рядов коробок передач (КП) и планетарных редукторов в сборе [5].

Инструментально-методические средства. На базе микропроцессорных модулей и ПЭВМ, работающих в реальном масштабе времени, создан ряд диагностических комплексов, использующих прогрессивные методики обработки сигналов и диагностики. Например, применение узкополосного анализа с высокой разрешающей способностью в сочетании с использованием метода синхронного накопления обеспечивает выделение не только основных зубцовых частот всех зубчатых пар планетарного механизма, но и комбинированных боковых частот (пример для зубчатой пары $z_1/z_2 = 33/35$ коробки передач приведен на рис. 1).

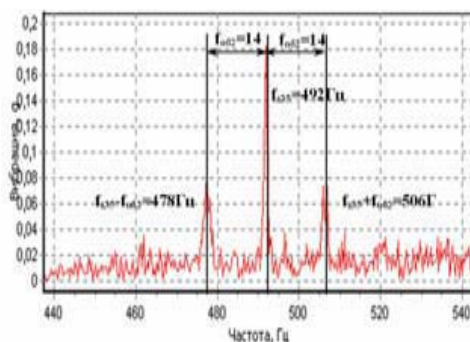


Рис. 1. Участок спектра виброускорений КПП МАЗ, 9-ая передача

Вибродиагностика коробок передач автомобиля МАЗ. При проведении испытаний коробок передач Минского автомобильного завода для выявления причин повышенного шума используется универсальный испытательный стенд отдела ДАВДМ ОИМ (рис. 2, а). Предварительный расчет основных вынужденных частот зубчатых пар проводится по оригинальной программе, написанной специально для данной КП (рис. 2, б).

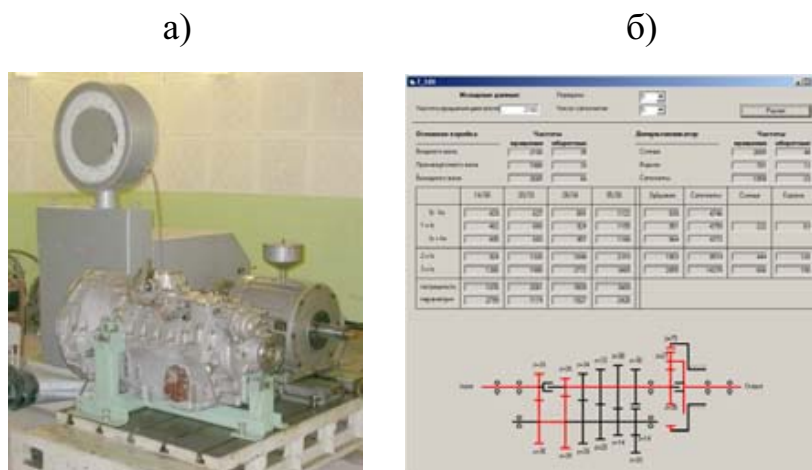


Рис. 2. Испытания КП МАЗ: а – КП МАЗ на испытательном стенде; б – программа расчета частот

Особенностью аппаратного обеспечения и методик испытаний данного узла является совместное исследование шума и вибрации, возбуждаемых зубчатыми колесами. Широкие возможности открывает также совместная обработка сигналов и спектров кинематической погрешности и вибрации, позволяющая выяснить причины возбуждения виброускорений каждым из валов механизма.

Вибромониторинг технического состояния редукторов мотор-колес (РМК) карьерных самосвалов БелАЗ. Следует отметить высокую сложность диагностирования РМК вибрационными методами вследствие конструктивных особенностей редуктора мотор-колеса. В связи с этим, одной из важнейших задач, решаемых при организации работ по вибромониторингу РМК, является выбор инструментальных средств и определение требований, которым должны удовлетворять критерии оценки его технического состояния. Следует также учитывать особенности проведения диагностики редукторов в процессе эксплуатации, при работе в условиях постоянно меняющихся скоростей и нагрузок.

Во время проведения испытаний в карьере Полтавского горнообогатительного комбината (г. Комсомольск, Украина) на одном из редукторов наблюдалось значительное повышение зубцовых гармоник сателлитов 2-го ряда РМК (рис. 3), что говорило о появлении дефектов. Разборка редуктора с заменой одного из сателлитов по причине скола зуба подтвердила предварительный диагноз.

а)

б)

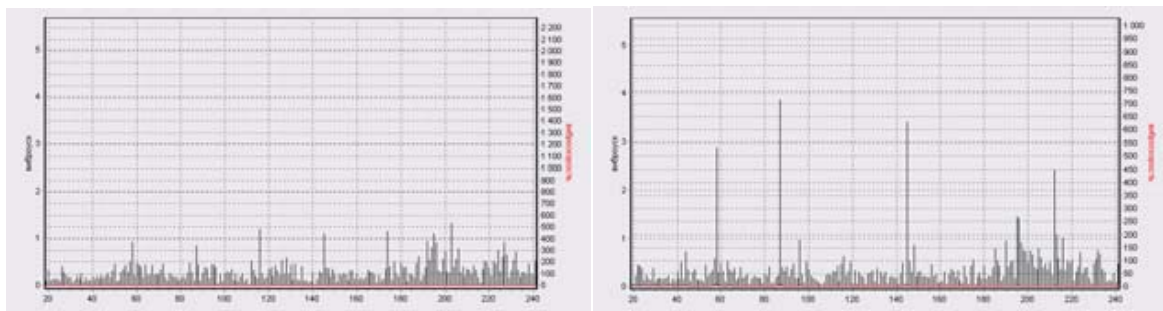


Рис. 3. Гармоники спутников II ряда РМК ($z=47$) на спектре виброускорений при скорости движения самосвала 29...30 км/ч: а – исправный редуктор; б – редуктор с поврежденным спутником

Основные преимущества создаваемого оборудования и методических подходов к оценке технического состояния и прогнозированию остаточного ресурса зубчатых передач – проведение вибромониторинга и диагностики приводных механизмов в процессе эксплуатации, работа в условиях постоянно меняющихся скоростей и нагрузок, автоматизация процесса вибромониторинга, адаптация в бортовую компьютерную систему мобильных машин, обеспечение повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Применение таких систем в хозяйствах позволит перейти от планово-предупредительной системы обслуживания автотракторной техники и оборудования к обслуживанию по их фактическому состоянию, повысить качество эксплуатации техники, значительно сократить расходы на ее ремонт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Paul D. Samuel, Planetary Transmission Diagnostics / Paul D. Samuel, Joseph K. Conroy, and Darryll J. Pines/ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/5900/5950/Publicat.htm>.
2. Ken Singleton, Case Study Analysis of Two Stage Planetary Gearbox Vibration / Ken Singleton/ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.commtest.co.uk/pdfs/case_study_windflow.pdf.
3. Nigel Leigh, Vibration Analysis of the Windflow Turbine Gearbox / Nigel Leigh/ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.commtest.co.uk/pdfs/case_study_windflow.pdf.
4. Проведение вибрационного мониторинга и диагностики: Программа-методика. 600-081-05ПМ. [Текст]. – РУПП «БелАЗ», Жодино. – 2005. – 6 с.
5. **Ишин, Н. Н.** Инструментально-методические средства диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводных механизмов сельскохозяйственной техники / Н. Н. Ишин, А. С. Скороходов // Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве: тез. докладов междунар. науч.-практ. конф. – Минск, 12-13 июня 2008 г. в 2 ч: Минск, 2008. – Ч. 1. – С. 349–355.