

Микротвердость поверхностного слоя увеличилась почти в два раза, а упрочненный слой достигает глубины 0,68 мм.

Процесс поверхностного плазменного упрочнения в ряде приложений не требует дополнительных финишных операций по обработке изделий.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Хвисевич, В.М. Использование генераторов плазмы с высокой концентрацией энергии в технологических процессах упрочнения / В.М. Хвисевич, М.И. Сазонов, С. Якушевич // *Materialy seminaryjne IV Konwencji naukowo – praktycznej*. – Białystok – Suwałki, 2005. – S. 17-23.

2. Chvisevich, V.M. Jakuszewicz. Kształtowanie mikrostruktury powierzchni stali chromowej H17N2 podczas obróbki plazmowej w środowisku ochronnym azotu / V.M. Chvisevich, M.I. Sazonow, S. Jakuszewicz // *Inżynieria powierzchni – Wąszawa*; 2005. – № 4. – S. 34-38.

3. Спиридонов, Н.В. Плазменные и лазерные методы упрочнения деталей машин / Н.В. Спиридонов [и др.]. – Мн.: Вышэйшая школа, 1988. – 158 с.

УДК 693.22.004.18

Парфиевич А.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Драган А.В.

МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОРОБКИ СКОРОСТЕЙ ПЕРЕДАЧ ТОКАРНОГО СТАНКА МОД. СН-401 ПО ВИБРОАКУСТИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Практикуемые в настоящее время способы контроля технического состояния зубчатых передач и приводов часто предполагают разборку изделия. Эта процедура нарушает приработку деталей и вследствие этого сокращает срок их службы, поэтому остается актуальной проблема свести до минимума их число в период эксплуатации изделия. Это позволило бы перейти к обслуживанию объекта в ходе эксплуатации по его фактическому состоянию. Использование в качестве критериев оценки технического состояния зубчатых передач вибрационных параметров в определенной степени отвечает принципам безразборной диагностики. В то же время можно констатировать, что практикуемые в настоящее время функциональные характеристики виброакустического сигнала характеризуют техническое состояние передачи не в полной мере и не раскрывают весь потенциал данного метода [1, стр. 2].

В настоящее время вплотную данной проблемой занялись специалисты БрГТУ. В качестве средства для проведения экспериментальных исследований многовального привода в БрГТУ совместно со специалистами БГУ разработан аппаратно-программный комплекс (рис.1), воплотивший в себе все основные возможности в соответствии с современными тенденциями развития данного направления.

Комплекс позволяет проводить точные измерения по 6 независимым каналам параметров виброускорений, шума и угловых перемещений. При этом в синхронном режиме фиксируются колебательные процессы от очень медленных (так называемых квазистатических) до высокочастотных, которыми характеризуется процесс в механических приводах.

В качестве датчиков для замера кинематической погрешности и угловых колебаний, а также для контроля частот вращения валов с использованием комплекса используются фотоэлектрические преобразователи угловых перемещений ЛИР – 158Б.000ПС1, устанавливаемых на входном и выходном валах передачи.

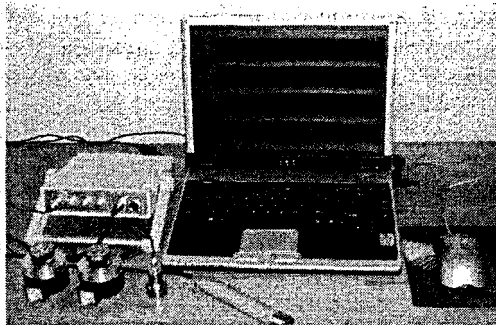


Рисунок 1 – Аппаратно-программный комплекс для исследования и диагностики механических приводов.

В качестве вибродатчика в составе макетного образца системы используется пьезоэлектрический виброакселерометр модели AP98-100-1.

В качестве датчиков для замера акустического шума с использованием макетного образца системы используется измерительный микрофон с капсюлем M101, обеспечивающий номинальный уровень чувствительности на частоте 300 Гц относительно 1 В·Па – $26 \pm \text{дБ}$.

Места установки датчиков при замерах кинематической погрешности и угловых вибраций определяются участком исследуемой кинематической цепи привода. Датчики монтируются на специальных кронштейнах, обеспечивающих надежное крепление корпуса датчика.

Программное обеспечение производит широкий набор видов преобразования исходных виброакустических сигналов по классическим и новым оригинальным алгоритмам, что позволяет получать по данным одного измерения качественную информацию для диагностики и мониторинга технического состояния зубчатого привода.

Для проведения работ по проведению экспериментальных работ был подготовлен объект – коробка передач универсального токарного станка СН-401/501 из парка станочного оборудования БрГТУ (рис.2) и разработана методика мониторинга технического состояния с использованием аппаратно-программного комплекса.

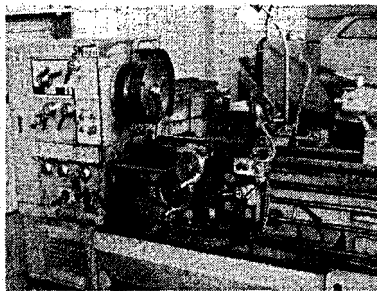


Рисунок 2 – Универсальный токарный станок СН-401

Для проверки методики оценки зубчатых приводов и компьютерной системы с учетом результатов проведены эксперименты, предусматривающие моделирование различных

отклонений отдельных зубчатых колес от нормального состояния и проверку виброакустического сигнала с применением диагностических признаков, известных из литературных источников и установленных в ходе выполнения самостоятельных исследований.

Для решения данной задачи изготовлены следующие экспериментальные зубчатые колеса для их использования в составе коробки передач универсального токарного станка СН-401:

- шестерня с систематической погрешностью профиля, смоделированной путем радиального смещения долбяка в процессе изготовления;
- шестерня нанесенным локальным дефектом рабочей части вершины профиля одного зуба;
- шестерня с локальным дефектом в виде отсутствия одного зуба.

В соответствии с программой экспериментальных работ по измерению виброакустических и кинематических характеристик зубчатых передач в составе многовальных приводов проведены замеры виброакустических параметров на различных режимах. Замеры производились на всех передачах. Результаты, полученные при использовании серийных колес, приняты в качестве эталонных.

Отмеченные смоделированные погрешности привели к соответствующим изменениям виброакустических характеристик (рис.3).

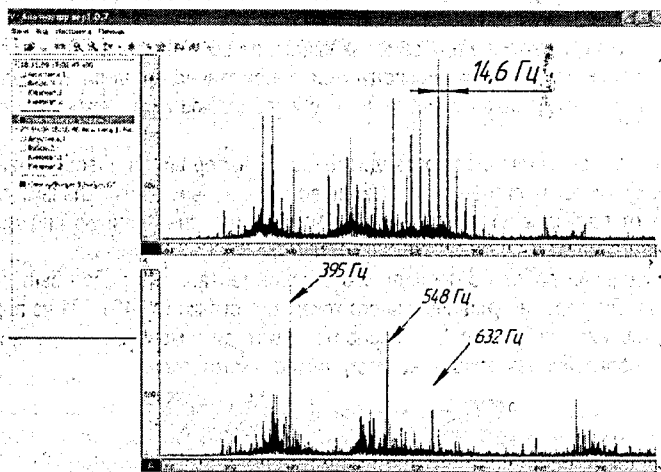


Рисунок 3 – Спектры виброускорений на корпусе коробки передач с погрешностью профиля и исправной шестерни при частоте вращения шпинделя 400 мин.

Наличие погрешности профиля привело к возникновению на спектре (частота вращения шпинделя 400 мин⁻¹) новых частот с относительно высокими амплитудами. Так, на спектре с исправными шестернями можно выделить частоты 395, 548 и 632 Гц, что соответствует частотам пересопрежения зубьев при передаче вращения с 1-го на 2-ой, с 3-го на 4-ой и с 4-го на 6-ой валы. Комбинированные частоты на боковых полосах отсутствуют, либо их амплитуды намного ниже отмеченных.

На спектре привода с дефектной шестерней наряду с отмеченными частотами зафиксирован рост комбинированных составляющих, отстоящих друг от друга на 14,6 Гц, 212

что является частотой вращения 2-го вала, на котором установлена дефектная шестерня. Данное явление, являющееся диагностическим признаком данного вида дефекта, проявляется и в других сигналах, например, угловых колебаний.

Применение функции синхронного накопления [2, стр. 34] позволило исследовать взаимосвязь степени дефекта и количественного изменения величины отклика в вибрационном сигнале. Установлено, что наиболее явно проявление степени дефекта отражает характеристика, получаемая при дифференцировании сигнала виброускренений, что отражено на данном слайде. Если при отсутствии дефекта на характеристике какие-либо всплески сигнала отсутствуют, то при отсутствии части зуба всплеск за один оборот не вызывает сомнений, а при отсутствии целого зуба размах характеристики увеличивается более чем на 200% (рис.4).

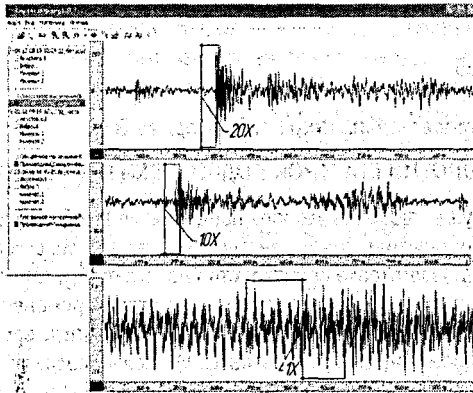


Рисунок 4 – Вибрационный сигнал, создаваемый элементами вала с колесом без зуба, без части зуба и без дефекта

Данные дефекты нашли отображение в других характеристиках.

На основании проведенной работы можно сделать некоторые выводы:

1. Произведён анализ вибрационных процессов при различных режимах работы оборудования; выявлены основные источники возникновения вибрации, в результате чего можно обоснованно считать, что вибрационный сигнал вполне обоснованно может считаться ценным и достоверным источником информации о состоянии многовального зубчатого привода.

2. Разработана, изготовлена и апробирована специальная оснастка, позволяющая исследовать угловые перемещения зубчатого привода при различных частотах работы привода. В ходе эксперимента доказана достоверность полученных с её использованием результатов измерения виброакустического сигнала.

3. Применение компьютерной системы и методики при выявлении ряда смоделированных распределенных и локальных дефектов зубчатых колес в составе многовального привода показало возможность и пригодность их использования при проведении безразборной диагностики и мониторинга технического состояния зубчатых приводов различной сложности. Дальнейшие работы в рамках данной НИР будут направлены на доведение полученных результатов до инженерного уровня, позволяющего внедрить и

применять их в производственных условиях на предприятиях, занимающихся производством и эксплуатацией зубчатых передач и приводов.

В целом проведенные исследования и полученные результаты подтверждают большую перспективность развития методов и средств контроля состояния поверхности контактирующих зубчатых пар по виброакустическим параметрам.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Драган, А.В. Диагностика зубчатых передач и механизмов по кинематическим и вибрационным критериям // Вестник БрГТУ: – 2001. – №4. – С. 2-6.

2. Проведение экспериментальной проверки методики оценки качества зубчатых передач и приводов на их основе различной сложности и апробация разработанной компьютерной системы: отчет о НИР №ГБ06/615 (промежуточный) / Брестский государственный технический университет; руководитель работы А.В. Драган; № госрегистрации 20062631. – Брест, 2000. – 48 с.

УДК 621.7:331.103.255

Рачковская Д.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Григорьев В.Ф.

ТЕХНОЛОГИИ БЫСТРОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

Для успешного существования любого предприятия необходимо постоянное обновление выпускаемой продукции, совершенствование ее эстетического дизайна и эргономических параметров. Подготовка производства нового продукта – трудоемкий и дорогостоящий процесс. В последнее время актуальным стало применение технологий быстрой подготовки производства (ТБПП), позволяющих сократить время выхода продукта на рынок и снизить производственные затраты. Их можно разделить на три группы: быстрое прототипирование – Rapid Prototyping, изготовление «быстрой» оснастки – Rapid Tooling и точное литье. Область применения ТБПП – производство малых серий и опытных партий изделия для проведения различных испытаний и маркетинговых исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Технологии быстрой подготовки производства

Технология	Время выполнения работ, дни	Область применения
3D-печать	0,5-2	Прототипы, функциональные модели, мастер-модели
Эластичные силиконовые формы	1-2	Функциональные модели; небольшие партии пластмассовых деталей (20-50 шт.); модели из воска для литья металлических деталей
Пресс-формы из металлополимерной композиции	7-12	Серийное производство выплавляемых моделей, деталей из пластмасс (до 5000 шт.)
Штампы из легкоплавких МСР-сплавов	1-3	Опытные образцы из листовых металлов (20-50 шт.)
Напыляемые формы	3-5	Прототипы и небольшие партии деталей (до 2000 шт.)
Выплавляемые стержни из МСР-сплавов	20-25	Пластмассовые детали со сложной внутренней поверхностью
Литье в вакууме по выплавляемым и выжигаемым моделям	3-5	Прототипы и небольшие партии деталей из цветных сплавов