

Основным выводом по результатам проведенного анализа является то, что магнитоплазменное упрочнение способствует образованию трещин, но не является основной причиной. Возможной причиной образования трещин может являться отсутствие контроля температуры бандажей при их нагреве при посадке на колесный центр.

Список литературы

1. Данковчев В.Г. Техническое обслуживание и ремонт локомотивов / Учебник для вузов ж.-д. транспорта, Москва, 2007 г. 558 с.
2. Техническое состояние электровозного парка по сети железных дорог России за 2007 год. – М.: ОАО «РЖД» Департамент локомотивного хозяйства, 2008. – 76 с.
3. Канаев А.Т., Кусайнова К.Т. «Влияние плазменного упрочнения на структуру гребня колесных пар» Ежемесячный массовый производственный журнал Локомотив 2006 г. 6 С. 38
4. Технологическая инструкция по плазменному поверхностному упрочнению гребней локомотивных колесных пар // ЦТ-ТИ-ТР-16/6 от 28.12.05

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ НА БЕСКОНТАКТНЫХ ОПОРАХ МЕТОДОМ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

**Хвостиков А.С., Космынин А.В.,
Щетинин В.С., Смирнов А.В.,
Блинков С.С.**

ГОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре ГТУ»

В условиях гибкого автоматизированного производства развитие систем автоматического контроля и управления процессом резания продолжает оставаться приоритетной научно-технической проблемой. Одной из главных задач в оценке эффективности работы ШУ является текущий контроль точности вращения шпинделя. Такую задачу можно решить с помощью метода виброакустической эмиссии (ВАЭ), который хорошо применим к контролю процессов в режиме реального времени.

Работа ШУ на опорах качения сопровождается нестабильной траекторией движения шпинделя, тепловыми смещениями подшипниковых узлов, периодическим изменением жесткости подшипников и т. д. Таких недостатков лишены ШУ на газостатических подшипниках, которые используют при прецизионной обработке ответственных деталей [1].

В связи с этим очень важным является контроль положения шпинделя во время работы с целью дальнейшего определения оптимальных условий его работы.

При диагностике станочных систем часто нет возможности установки регистрирующего датчика в месте возникновения сигнала. Нет такой возможности и при определении положения шпинделя на газостатической опоре, поскольку невозможно установить датчик непосредственно на сам шпиндель. Наиболее близкое место расположения датчика – это корпус шпинделя. При удалении места регистрации, согласно принципу Аббе погрешность измерений возрастает в квадратичной зависимости.

Место регистрации сигнала ВАЭ очень сильно влияет на достоверность принятого решения. Невозможность установки датчика в месте возникновения сигнала обуславливает появление шумовой составляющей. Очистку сигнала обычно производят с помощью частотной фильтрации, отсекая низкочастотные колебания, не выявляя природы возникновения самого сигнала. Для обработки сигнала ВАЭ более корректно применять вейвлет-анализ, который по сравнению с разложением в ряд Фурье обладает и тем преимуществом, что слабо чувствителен к шумовым составляющим. Установлено, что наиболее качественную очистку сигнала ВАЭ производит жесткая пороговая обработка вейвлет-анализа, заключающаяся в том, что из значений вейвлет-коэффициентов вычитают предварительно определенный порог.

При контроле положения шпинделя сигнал снимается с датчика, закрепленного на корпусе исследуемого подшипника. Сигнал ВАЭ, регистрируемый с помощью пьезоэлектрических датчиков, поступает через осциллограф на плату сбора данных, где происходит аналогово-цифровое преобразование, после которого сигнал поступает для обработки в память ЭВМ. С помощью ЭВМ производится очистка сигнала методом вейвлет-преобразования, и выполняется реконструкция аттрактора, позволяющая получить траекторию движения оси шпинделя по значению одной координаты

Построение траектории движения оси шпинделя в абсолютных координатах выполняется следующим образом. Предварительно определялся тарифовочный коэффициент, равный среднеарифметическому отношению линейному перемещению оси шпинделя, замеренному с помощью емкостных датчиков, к значению сигнала ВАЭ в соответствующий момент времени. Отклонение оси шпинделя в линейных величинах

нах находилось в режиме реального времени путем умножения тарировочного коэффициента на регистрируемый сигнал ВАЭ.

В газостатическом подшипнике траектория вращения шпинделя происходит по эллипсу. Эллиптическая форма траектории синхронного вихря вала при постоянной скорости вращения можно объяснить переменной динамической жесткостью (неравномерностью эпюры давления) по окружности подшипника. Линия, очерчивающая траекторию, – плавная и практически не имеет размытости. Это означает, что ось шпинделя движется по постоянной траектории, занимая стабильное положение в подшипниках.

Получить реальную траекторию движения оси шпинделя, с достаточной для эффективного контроля точностью, можно применив специальную высокоточную аппаратуру для прямых измерений, например, используя лазерный интерферометр. Естественно, использование столь сложного и дорогого оборудования в составе систем контроля работы металлорежущими станками экономически нецелесообразно из-за слишком высоких затрат на настройку и обслуживание. Поэтому для измерения колебаний, как правило, используют менее точные методы. Наиболее широкое применение в диагностике станочных систем получило использование метода ВАЭ, который дополненный методом вейвлет-очистки позволяет получить точность, сопоставимую с результатами лазерной интерферометрии, и поэтому может эффективно использоваться в автоматизированном производстве.

Список литературы

1. Космынин А.В. и др. Эксплуатационные характеристики газовых опор высокоскоростных шпиндельных узлов. – М.: Академия Естествознания. 2006. – 219 с.: ил.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ШПИНДЕЛЬНЫХ УЗЛОВ НА БЕСКОНТАКТНЫХ ОПОРАХ

**Хвостиков А.С., Космынин А.В.,
Щетинин В.С., Смирнов А.В.,
Блинков С.С.**

ГОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре ГТУ»

Высокоскоростная обработка (ВСО) материалов является приоритетным направле-

нием развития современной технологии машиностроения. Актуальной проблемой для успешной реализации всех преимуществ ВСО является разработка опор шпиндельных узлов (ШУ). В современных конструкциях высокоскоростных ШУ применяют опоры качения, гидростатические, гидродинамические, электромагнитные и газостатические подшипники.

Для подшипников качения предельная быстроходность составляет всего $1,4 \cdot 10^6$ мм·мин⁻¹, а потеря заданной точности вращения наступает после 1000...2000 часов работы ШУ. Применение электромагнитных опор ведет к росту быстроходности до $4 \cdot 10^6$ мм·мин⁻¹. Однако при этом возрастает стоимость шпиндельного узла из-за необходимости использования сложной электронной аппаратуры. Недостаток опор скольжения с жидкой смазкой, состоит в значительном выделении тепла в результате относительного скольжения слоёв смазки.

Шпиндельные газостатические опоры способны развить быстроходность до $2,5 \cdot 10^6$ мм·мин⁻¹ и обеспечить точность вращения шпинделя, равную 0,02...0,04 мкм. Преимущества высокоскоростных шпинделей на газовых опорах состоит в простоте конструкции и независимости от температурных режимов. Главным недостатком газовых подшипников является невысокая несущая и демпфирующая способность смазочного слоя.

Дальнейшее повышение несущей способности бесконтактных опор возможно с использованием комбинированных сил. Это могут быть газостатические подшипники с электромагнитными силами. Использование электромагнитной силы в газостатическом подшипнике позволяет создать дополнительную силу, суммарный вектор которой противоположно направлен силе резания. В настоящее время в КнАГТУ разработаны и введены в эксплуатацию стенды для исследования характеристик газоманитной опоры и шпиндельного узла на газоманитных опорах. Так, зондирующие стендовые статические испытания газоманитного подшипника показали на повышение его несущей способности до двух раз по сравнению с аналогичными газостатическими подшипниками. Продолжаются работы по исследованию выходных характеристик и оптимизации конструкции шпиндельного узла на газоманитных опорах, а также по повышению устойчивости вращения шпинделя.