

ОПТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

Иванова Евгения Игоревна

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий,
механики и оптики*

Научный руководитель: Федоров Алексей Владимирович

E-mail: ZhmenkaX@mail.ru

Ракетно-космическая промышленность является на сегодняшний день одним из наиболее перспективных направлений развития научно-технической сферы деятельности и экономики страны. Для создания изделий ракетно-космической техники (РКТ) применяется множество разнообразных материалов, от металлов до различных композитов и полимеров. Как правило, физико-механические свойства материалов определяются в результате разрушающих испытаний на твердомерах, разрывных машинах и других специализированных устройствах. Обычно такие методы требуют использования образцов испытуемых материалов, что вносит неточности в итоговую оценку, так как свойства материала образца и материала изделия не будут идентичны. Эффективным безобразцовым методом определения физико-механических свойств материалов является метод динамического индентирования (ДИ). Практическая применимость и экономическая эффективность метода ДИ в условиях постоянно меняющейся номенклатуры используемых в РКТ материалов обуславливается тем, что он является методом неразрушающего контроля и позволяет производить оценку значений физико-механических свойств в широких диапазонах.

Исходя из вышесказанного, задача повышения точности и чувствительности метода ДИ является весьма актуальной.

Целью данной работы является определение кинематических характеристик движения индентора в процессе работы на основе анализа его стереоскопических изображений, полученных скоростными видеокамерами.

В основе метода ДИ лежит принцип регистрации скорости движения индентора в процессе его ударного локального контактного взаимодействия с испытуемым материалом. На сегодняшний день в датчиках ДИ скорость индентора регистрируется с помощью магнитоиндукционного первичного преобразователя, состоящего из катушки индуктивности и постоянного магнита, жестко соединенного с индентором. При пересечении магнитным полем постоянного магнита витков катушки индуктивности в последней наводится ЭДС индукции, которая пропорциональна скорости движения индентора. Регистрируемые значения ЭДС представляют собой исходную информацию для расчета контактного усилия и глубины внедрения индентора, на основании которых производится расчет модуля упругости, твердости и других физико-механических характеристик материала. Одной из особенностей применения магнитоиндукционных преобразователей является высокая степень восприимчивости к помехам. Несмотря на большое разнообразие методов фильтрации и обработки первичной информации, позволяющих исключать влияние паразитных сигналов и шумов и выделять информативную составляющую сигнала, сложная цепочка пересчетов одних величин через другие приводит к накоплению суммарной погрешности, что влияет на точность оценки физико-механических характеристик. Повышение точности и чувствительности метода ДИ возможно достичь за счет применения оптического контроля, который позволит получить наглядную и исчерпывающую информацию о скорости движения индентора.

В настоящей работе для моделирования процесса ДИ использован закаленный шарик, который в процессе свободного падения ударяется о плоскую поверхность образца. В работе описана разработанная экспериментальная установка, методы ее калибровки и обработки регистрируемых изображений, а также представлены результаты вычисления кинематических параметров движения индентора.

СТЕРЕОСКОПИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РОТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Иванова Евгения Игоревна

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий,
механики и оптики*

Научный руководитель: Федоров Алексей Владимирович

На сегодняшний день существует множество технологических средств для решения задачи динамической балансировки роторного оборудования, но принимая во внимание разнообразие роторов в зависимости от их конструкции и назначения, универсального способа определения и приведения к нулю динамических характеристик вращательного оборудования не существует. Одним из наиболее эффективных видов неразрушающего контроля, применяемых для технической диагностики подвижных изделий, является визуально-измерительный, в частности, стереоскопический контроль. Его отличают бесконтактность, широкий выбор элементной базы, наличие результатов теоретических и экспериментальных исследований его метрологических возможностей. В настоящей работе рассмотрена возможность использования скоростной стереоскопической системы регистрации изображений и их цифровой обработки при решении задачи измерения динамических характеристик роторного оборудования с последующей компенсацией дисбаланса.

Целью работы является исследование быстропротекающих процессов, в частности, измерение динамических характеристик вращательного движения.

Для достижения цели разработан лабораторный стенд для моделирования вращательного движения, реализована оптико-электронная система регистрации стереоизображений, реализована статистически оптимальная и высокопроизводительная система анализа последовательности изображений и обработки информации, а так же расчета динамических характеристик вращательного движения. В работе приведены результаты многочисленных экспериментов по оценке кинематических характеристик и расчетов динамических характеристик роторного оборудования. Результаты демонстрируют эффективность скоростной стереоскопической съемки для решения данной задачи.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОТЕРМОКАПИЛЛЯРНОГО МЕТОДА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАЗМЕРОВ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В НЕТЕПЛОПРОВОДНОМ МАТЕРИАЛЕ

Зыков А.Ю.,¹ Иванова Н.А.²

¹ *Кафедра физики, методов контроля и диагностики, ФГБОУ ВО Тюменский Индустриальный Университет, Володарского 38, Тюмень, 625000, aleksandr.zykov@inbox.ru*

² *Лаборатория фотоники и микрофлюидики, ФГАОУ ВО Тюменский государственный университет, Володарского 6, Тюмень, 625003, n.ivanova@utmn.ru*

Фототермокапиллярный (ФТК) эффект, индуцируемый пучком лазера в тонком слое прозрачной жидкости на твердой подложке, стал основой нового направления неразрушающего контроля - лазерной диагностики жидкостей и твердых материалов [1]. На основе ФТК эффекта разработаны оптические методы обнаружения пустот и инородных включений в твердых образцах под лакокрасочным покрытием [2 – 4]. В данной работе ФТК эффект использован для диагностики размеров подповерхностных инородных, теплопроводных включений в нетеплопроводной подложке. Модельной системой служил эбонит с вмонтированными заподлицо вертикальными и горизонтальными медными стержнями равного диаметра 2.2 мм. Максимальная длина вертикального стержня 14 мм, горизонтального – 52 мм. Поверхность подложки покрыта цапонлаком, поглощающим излучение пучка накачки (7мВт, диаметр пучка 0.5 мм), а сверху нанесен тонкий слой силиконового масла (< 1 мм), в котором возбуждался ФТК эффект. Используя маломощный зондирующий пучок лазера, измеряли диаметр (D_{st}) стационарного ФТК сигнала в зависимости от L стержня. Установлено, что для вертикальных стержней метод имеет высокую чувствительность $\Delta D_{st}/\Delta L = 112$ для $L \leq 3.6$ мм, а для горизонтальных - максимальная чувствительность $\Delta D_{st}/\Delta L = 64$ достигается для $L \leq 5$ мм. Дальнейшее увеличение длины стержня не приводило к заметному изменению D_{st} , что очевидно связано с достижением предельной длины характерной для термически полубесконечного стержня.

Список литературы:

1. Tarasov O. A. *Optics and Spectroscopy*, 99 (6), 968–974, 2005.
2. Bezuglyi B. A., Zykov A. Yu., Semenov S. V. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 44 (6), 391–394, 2008.
3. Bezuglyi B. A., Zykov A. Yu., Semenov S. V. *Tech. Phys. Lett.*, 34 (9), 743–746, 2008.
4. Bezuglyi B. A., Zykov A. Yu. *Tech. Phys. Lett.* 35 (7), 650–652, 2009.