

УДК 004.9:621.73

И. С. Лексутов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕСКОНТАКТНОГО КОНТРОЛЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГРУЗОВОГО ВАГОНА

В статье анализируются полученные в ходе эксперимента результаты исследования особенностей контроля размеров ответственных деталей ходовой части грузового вагона с помощью реальных образцов.

Ключевые слова: моделирование, оптический контроль размеров, эксперимент, вагон.

Одним из основных показателей качества запасных частей вагона можно считать соответствие размеров детали регламентирующим документам. Но важно заметить, что тщательный контроль деталей на производстве затруднён. Особенностью работы механизированных пунктов подготовки вагонов к перевозкам, пунктов текущего ремонта вагонов и пунктов технического обслуживания является, как правило, тяжёлый и утомительный круглосуточный режим работы в условиях недостаточной освещённости в тёмное время суток и под воздействием неблагоприятных погодных условий и атмосферных осадков. Детали и запасные части при этом обладают большим весом, габаритами и часто имеют загрязнения поверхности. Всё это затрудняет использование методов контактного контроля размеров мерительным инструментом и увеличивает влияние «человеческого фактора» на качество ремонта.

Снизить уровень воздействия неблагоприятных условий осуществления ремонта и технического обслуживания вагона на контроль качества деталей возможно путём использования бесконтактных методов технического контроля и измерений. Использование автоматизированных средств записи и передачи информации с результатами контроля также обеспечит справедливое распределение ответственности при возникновении аварии. Оптимальным способом реализации описанного подхода представляется использование оптических методов автоматизированного контроля размеров деталей. Однако использование оптических датчиков связано с известными трудностями, проявляющимися в зависимости получаемых результатов от характеристик поверхности

Лексутов Илья Сергеевич — кандидат технических наук, доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» (Омский государственный университет путей сообщения, Омск); e-mail: Leksutov@mail.ru.

© Лексутов И. С., 2018

объекта измерения. Поэтому для изучения возможностей оптических датчиков было решено произвести физическое моделирование условий измерений с применением реальных образцов деталей вагона.

Рассмотрим конкретные образцы деталей вагона (рис. 1), которые будут использованы для моделирования процесса их измерения. Цилиндрическая пружина окрашена черной краской. Фактура детали – глянцевая с волнами шагрени. Такая поверхность считается трудной для работы с оптическими датчиками, так как тёмные шероховатые поверхности слабо отражают падающий свет. Колпак скользуна не окрашен. Верхняя, нижняя и выступ торцевой поверхности имеют гладкую блестящую (почти зеркальную) металлическую поверхность. Так как предлагаемый к использованию метод измерения основан на отражении луча от поверхности детали, важно выбрать в первую очередь именно эти, наиболее неудобные для оптического датчика поверхности.

Целью моделирования является создание ситуации, когда в условиях максимальной скорости (и производительности) измерений наступает момент потери сигнала с датчика. Предполагается, что на момент потери сигнала влияет величина предельного угла по отношению к нормали поверхности. Это, в свою очередь, определяет расположение регистрирующих приборов относительно детали, кинематику относительного движения датчика относительно поверхности детали, а также точность и достоверность получаемых результатов.

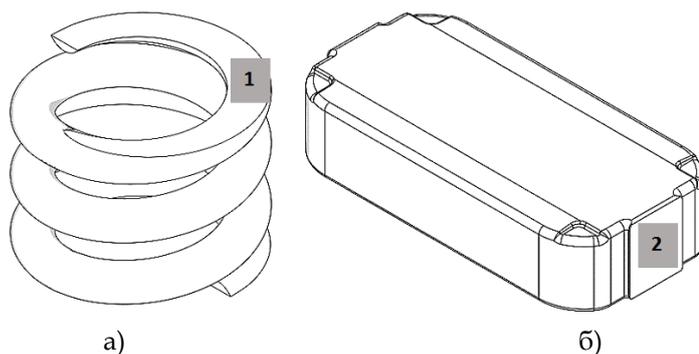


Рис. 1. Характерные поверхности деталей тележки для исследования: а) – пружина; б) – колпак

На рисунке 2 представлены экспериментальные данные, показывающие зависимость пороговой чувствительности датчика от угла падения лазерного луча на горизонтальную поверхность пружины (поз. 1 на рис. 1а).

Вид кривой, на которой видны два максимума, говорит о достаточно сложном процессе взаимодействия луча и поверхности детали. Горизонтальная поверхность пружины окрашена и имеет волны, размер которых больше либо равен диаметру светового пятна излучателя.

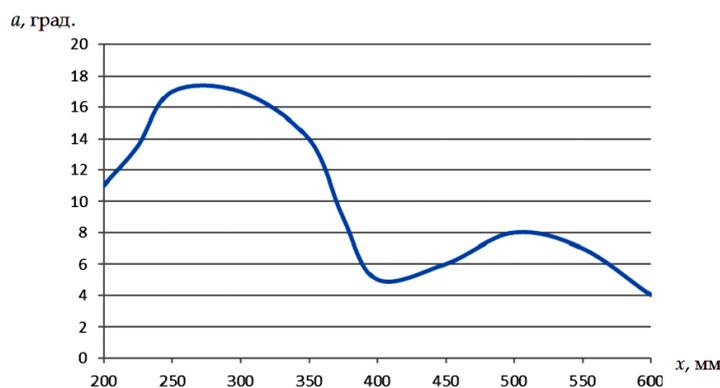


Рис. 2. Зависимость предельного расстояния работоспособности датчика x от угла падения a луча к нормали поверхности 1 на рис. 1а

Луч оптического датчика при этом сфокусирован в срединной области диапазона измерения. Минимум зарегистрированной чувствительности выпадает на область средней части диапазона измерения датчика. У подобных датчиков обычно при настройке излучателя стремятся настроить фокус в срединной части диапазона, чтобы получить как можно более стабильные характеристики датчика по всему диапазону. Локальный минимум полученной кривой находится также примерно в этой точке. Спад чувствительности датчика наблюдается ближе к границам диапазона, что объясняется дефектами неподвижного объектива камеры датчика (виньетирование), когда отражённый сигнал попадает на границы поля зрения объектива. Эффект падения интенсивности излучения по границам поля зрения камеры накладывается на снижение интенсивности излучения в зависимости от расстояния до объекта, что хорошо заметно по убывающей характеристике экспериментальной кривой. В подтверждение изложенных результатов на рисунке 3 показан график зависимости предельного угла от расстояния для одной из механически обработанных поверхностей скользуна (поз. 2 на рис. 1б), где видно также два максимума.

Объясним теперь наличие прогиба в срединной части обоих графиков. Когда сфокусированный луч падает на волнистую поверхность с малым коэффициентом отражения и диффузией, становится определяющим условие: на какую из двух — восходящую или ниспадающую сторону выпуклости — упал луч либо на горизонтальный участок поверхности между соседними волнами на поверхности. Так как при одном и том же угле падения на деталь одна часть поверхности отражает в направлении приёмника больше света, а другая, наоборот, меньше, приём сигнала становится неустойчивым. Если же луч имеет больший поперечный размер, то в его пятно попадает несколько впадин / выпуклостей поверхности и сигнал становится более устойчивым благодаря увеличению зеркальной части отражённого света.

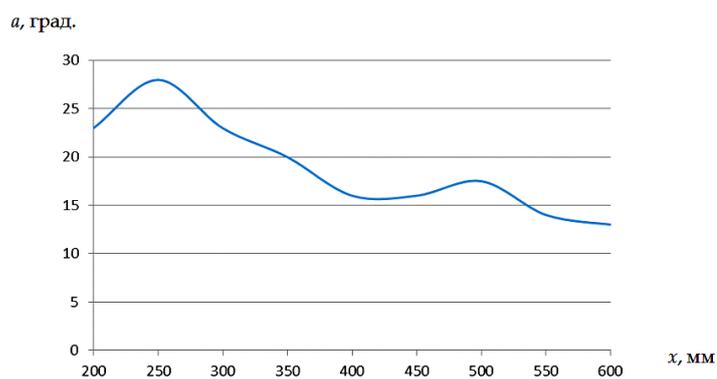


Рис. 3. Зависимость предельного расстояния работоспособности датчика x от угла падения a луча к нормали поверхности 2 на рис. 16

Таким образом, в ходе экспериментального моделирования процесса размерного контроля деталей грузового вагона была установлена зависимость границы работоспособности оптического датчика на максимальных настройках производительности. Это позволит учитывать особенности датчиков LS5-HF-200/400 при проектировании и испытаниях специализированных измерительных машин для автоматизированного контроля в реальных условиях производства. Также найдено объяснение характеру кривой зависимости, которая была подтверждена двумя сериями экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководящий документ РД 32 ЦВ 117-2011 «Тележка для грузовых вагонов колеи 1520 мм с осевой нагрузкой 245 кН (25 тс) модели 18-9855 Руководство по плановым видам ремонта».

* * *

Leksutov Ilya S.

EXPERIMENTAL MODELING OF THE PROCESS OF CONTACTLESS DIMENSION CONTROL OF PARTS OF FREIGHT CAR

(Omsk State Transport University, Omsk)

The article describes the results of the study of the features of controlling the dimensions of the critical parts of the running gear of a freight car using real samples.

Keywords: modeling, optical size control, experiment, railway car.

REFERENCES

1. Guidance document RD 32 CV 117-2011 wheel drive "Railroad bogey for freight wagons of 1520 mm with axle load of 245 kN (25 t) model 18-9855 Guide to planned repairs" (In Russ.).

* * *