Колтаков А.А., Василенко А.В., Савинов И.А., Леонов А.А.

Перспективное средство измерения деформационных изменений пневматических шин

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-81

Аннотация

В статье представлена конструкция нового внутриколесного датчика измерения деформации шины, преимущество которого определяется более высокими техническими и эксплуатационными характеристиками по сравнению с аналогами.

Ключевые слова: оптический фотоприемник-преобразователь, светящиеся марки, решающее устройство

Abstract

The article presents the design of a new in-wheel sensor for measuring tire deformation, the advantage of which is determined by higher technical and operational characteristics in comparison with analogues.

Keyword: optical photodetector-converter, luminous marks, solver.

При проведении научно-исследовательских и испытательных работ зачастую возникают трудности в определении достоверного значения деформации колеса. Чтобы решить данную проблему была поставлена и успешно решена задача по разработке бесконтактного, внутриколесного устройства для измерения деформаций пневматической шины при ее качении.

В ходе решения основной задачи был проведен патентный поиск, который выявил основные недостатки существующих устройств измерения деформации пневматических шин. Анализ наиболее схожих устройств и их недостатков описан ниже.

1. Известно устройство для замера радиальной и тангенциальной деформации бескамерной шины в виде герметичного корпуса, вмонтированного изнутри в обод шины и снабженного электрическими датчиками, преобразующими деформации шины в электрический сигнал. Для измерения тангенциальной деформации шины использован ролик, опирающийся на внутреннюю поверхность шины [1].

Недостатками устройства является низкая точность измерения тангенциальной деформации шины за счет проскальзывания измерительного ролика.

2. Известно устройство для измерений деформаций пневматической шины, выполненное в виде телескопического штока одной стороной прикрепленного к ободу колеса через универсальный шарнир, второй стороной - к внутренней поверхности камеры шины через шаровой шарнир, снабженное реостатными преобразователями, позволяющими измерять радиальную, тангенциальную, поперечную (боковую) деформации пневматической шины [2].

Недостатками устройства является необходимость установки внутрь пневматической шины механического устройства с телескопическим штоком, при этом взаимные перемещения деталей устройства регистрируются при помощи реостатных датчиков перемещения. Наличие механизма со сложными кинематическими связями, приводящих к появлению люфтов ухудшают метрологические качества устройства, кроме того, при аварийном падении внутреннего давления воздуха в шине происходит повреждение его механических деталей, а также повреждение внутренней поверхности пневматической шины.

Авторы статьи предложили свое устройство датчика деформации пневматической шины, техническим результатом которого является повышение

точности измерения трех основных компонент деформаций пневматической шины при ее движении, а также уменьшение риска ее повреждения в случае аварийного падения внутреннего давления воздуха.

Указанный технический результат достигается за счет применения неконтактного оптического измерения перемещений светящихся марок, закрепленных на внутренней поверхности пневматической шины и перемещающихся совместно при ее деформации. Для этого на ободе колеса, внутри пневматической шины неподвижно установлен фотоприемник – преобразователь перемещений (например видеокамера высокого разрешения), а напротив, на оптической оси на внутренней поверхности пневматической шины закреплены $(2*N+1)*(2*N+1)$ светящихся марок, расположенных в узлах прямоугольной сетки заданного размера.

Деформации пневматической шины определяются путем математической обработки измерения приращений координат светящихся марок на видеоизображении, перемещающихся относительно неподвижного фотоприемника – преобразователя при движении колеса по опорной поверхности при помощи специального решающего устройства, позволяющего вычислить ортогональные компоненты деформации пневматической шины.

Использование симметричной сетки размерностью $(2*N+1)*(2*N+1)$, где $N \geq 2$ позволяет повысить точность измерений компонент деформации шины, а наличие дополнительной марки, расположенной в среднем ряду, совпадающим с центральной плоскостью вращения колеса - определять направление вращения колеса.

На рисунке 1 показан общий вид устройства. Устройство содержит $(2*N+1)*(2*N+1)$ (где $N \geq 1$) светящихся марок 1 (например светодиоды с автономными источниками питания), закрепленных на внутренней поверхности пневматической шины в узлах симметричной прямоугольной сетки заданного размера, причем по меньшей мере одна дополнительная марка размещена в центральной плоскости вращения колеса (см.фиг.1 вид А), последовательно соединенные фотоприемник - преобразователь 2 перемещений светящихся марок 1 и решающее устройство 3, при этом фотоприемник - преобразователь 2 установлен на ободе колеса 4 внутри пневматической шины 5.

На рисунках 2 и 3 представлены оптические схемы для определения соответственно радиальной, тангенциальной или поперечной деформаций шины, используемые при расчете компонент деформаций шины 5 в решающем устройстве 3.

1 – светящиеся марки; 2 – фотоприемник – преобразователь; 3 – решающее устройство; 4 – обод колеса; 5 – пневматическая шина

Рисунок 1. – Общий вид устройства

1 – светящиеся марки; *R* – заданный размер; ΔX – радиальная деформация пневматической шины; ΔY – перемещение изображения марки

Рисунок 2. – Оптическая схема определения радиальной деформации шины

1 – светящиеся марки; ΔX – боковая или тангенциальная деформация шины; ΔY – перемещение изображения марки

Рисунок 2. – Оптическая схема определения тангенциальной и боковой деформации шины

Светящиеся марки 1 закрепляют на внутренней поверхности пневматической шины 5 напротив фотоприемника – преобразователя 2, закрепленного на ободе колеса 4. При качении колеса с пневматической шиной 5 под действием внешних нагрузок происходит ее деформация в зоне контакта с опорной поверхностью. При этом совместно с внутренней поверхностью шины перемещаются светящиеся марки 1

относительно обода колеса 4 с закрепленным фотоприемником – преобразователем 2, вызывая изменение изображения, сигнал которого подается на вход решающего устройства 3 в котором вычисляются значения ортогональных приращений относительной деформации шины. Между относительными изменениями координат марок и их оптическими изображениями существует линейная взаимосвязь [3], позволяющая определять деформации в точке внутренней поверхности пневматической шины относительно начального положения марок с достаточной для практики погрешностью.

Предлагаемое устройство для измерения деформаций пневматической шины по сравнению с известным позволяет повысить точность определения деформаций пневматической шины за счет отсутствия кинематических зазоров в механизме, а также измерения перемещений нескольких точек внутренней поверхности пневматической шины. Кроме этого, применение неконтактного способа измерения деформации позволяет значительно снизить риск повреждения шины и элементов устройства при аварийном падении внутреннего давления воздуха в шине в процессе испытаний.

Предлагаемый датчик может быть использован в других отраслях техники для проведения измерений, где требуется отсутствие механического контакта между датчиком и объектом измерения.

Перспективное средство измерения деформационных изменений пневматических шин, описанное в данной работе, защищено патентом на изобретение [4].

1. Авторское свидетельство № SU 137696A1, МПК G01B7/16G01N3/56, Устройство для замера радиальной и тангенциальной деформации бескамерной шины/ М.В.Кузьмин, Бюл. №6, 1961 г.
2. Авторское свидетельство SU №1057792 МПК G01M17/02, Устройство для измерения деформаций пневматической шины / Г.А. Аржаев и др., Бюл. №44, 1983 г.
3. Савельев И.В. Курс общей физики, Т.2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика.-М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат. лит.-ры, 1982. -496 с.
4. Патент на изобретение № 2707390, Датчик деформаций пневматической шины/ А.В. Василенко и др., опубл. 26.11.2019 г. Бюл №33

Кошман В.С.

К вопросу о рождении нашей Вселенной

*ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно – технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова»
(Россия, Пермь)*

doi: 10.18411/lj-04-2021-82

Аннотация

В работе рассмотрена физическая модель расширения Вселенной с учетом предыдущего цикла сжатия, а также следствия из формулы Планка для спектра абсолютно черного тела, свойственного реликтовому излучению. Отмечено, что принцип наименьшего действия как принцип наибольшей вероятности не исключает возможность реального взрыва на момент окончания эпохи Планка.

Ключевые слова: микроволновый космический фон, спектр излучения абсолютно черного тела, формула Планка, планковские величины, модель пульсирующей Вселенной, квант действия, принцип наименьшего действия, Большой взрыв.

Abstract

In this paper, we consider a physical model of the expansion of the Universe, taking into account the previous compression cycle, as well as the consequences of Planck's formula