

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ СКОРОСТИ

Цзя Чэнь

Томский политехнический университет

*Научный руководитель: Редько В.В., к.т.н., доцент кафедры
физических методов и приборов контроля качества*

В процессе современного производства, которое связано с изготовлением кабелей, металлопроката и т.п. существует потребность в точном измерении длины и скорости изготавливаемых изделий.

Одним из самых точных устройств для измерения скорости и длины в производстве в настоящее время является лазерный доплеровский измеритель скорости (ЛДИС), основанный на эффект Доплера. С семидесятых годов начались разработки ЛДИС из-за большой потребности в точном измерении скорости электрических проводников, кабелей и т.д. Эти приборы имеют много преимуществ, таких как бесконтактное измерение, высокое разрешение и широкий диапазон измерения скорости. В связи с их использованием для измерения скорости потока жидкости и газа, проблема с контролем транспортировки изготавливаемых горячих металлопроката решена. В настоящее время ЛДИС имеет широкие перспективы рынка в промышленных областях и играет важную роль в области научных исследований. Сейчас ЛДИС широко применяется в ограничении скорости на автодорогах, в производстве строительных материалов пластик, в кабельной промышленности, так же в исследовании планет. Современные ЛДИС представляют собой сложные оптико-электронные измерительные комплексы и системы, сочетающие в себе передовые технические решения[1].

В данной статье рассматривается развитие и состояние лазерного доплеровского измерителя скорости, объясняется принцип лазерной доплеровской измерителя скорости, а затем сравниваются преимущества и недостатки нескольких оптических схем и конструкций доплеровского измерителя.

Целью работы являются исследование лазерного доплеровского измерителя скорости (ЛДИС) анализ и выбор оптических элементов.

Задачи представляют собой следующие:

- 1.изучение принципа действия ЛДИС;
- 2.анализ оптических схем ЛДИС и выбор оптических элементов;

3. формулирование предложений по измерению скорости объектов с низкой отражающей способностью.

В зависимости от вида преобразователя, устанавливаемого на линии движения, измерители скорости можно разбить на два больших класса: электромеханические измерители и бесконтактные. Кроме того, к бесконтактным измерителям длины относятся приборы с магнитными метками, а также приборы, основанные на эффекте Доплера.

Таблица.1 Параметры разных измерителей скорости[2,3]

	механический метод	метод магнитных меток	Корреляционный метод	лазерный метод
диаметр кабеля	0.5...90мм	до 10 мм	5...180 мм	—
погрешность	3%	1%	0.05%	0,05 %
диапазон скоростей	600м/мин	600 м/мин	500 м/мин	2,500 м/мин
расстояние до объекта	0 мм	до 20 мм.	—	до 1000 мм

Исходя из данной таблицы.1 можно сделать вывод, что ЛДИС имеет преимущества над механическими. Они заключаются в меньшей погрешности измерения, отсутствии контакта с изделием, дистанционным измерении.

Над эффектом Доплера [3] понимается то, что частота света могут существенно изменяться при движении источника света и приемника. Когда приемник движется к источнику со скоростью v_n , скорость распространения света относительно приемника превращается в $(v + v_n)$, тогда

$$f_n = \frac{v+v_n}{v} = \left(1 + \frac{v_n}{v}\right) f_i \quad (1)$$

Когда источник движется к приемнику со скоростью v_i , скорость распространения света относительно источнику превращается в $(v + v_i)$, тогда

$$f_n = \frac{v}{v+v_i} f_i \quad (2)$$

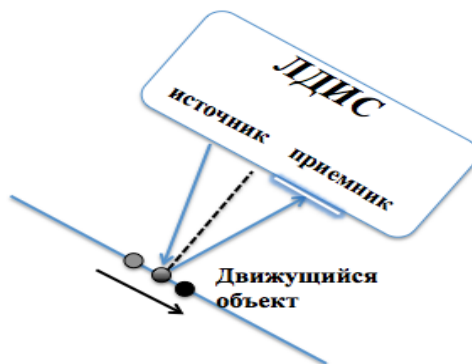


Рис.1. Принципиальная схема ЛДИС

На рис.1 представлен принципиальный ход света. При применении ЛДИС, лазер светит под углом к объекту измерения и отразится от него под углом. Принцип действия ЛДИС заключается в том, что при отражении света эффект Доплера проявляется дважды – при восприятии движущим источником и при восприятии приемником. Изменение частоты рассеивающего света после дважды действий доплеровского эффекта пропорционально скорости объекта исследования.

$$\Delta f = v/d = \frac{2v \times \sin \varphi/2}{\lambda} \quad (3)$$

где f – выходная частота лазерного датчика; V – скорость объекта; φ - угол между лазерными лучами; λ – длина волны лазера.

Лазерный измерительный измеритель состоит из оптической головки, включающей лазер, оптический гетеродинный преобразователь, приемопередающий блок оптики, в котором приемный детектор, предусилитель, фильтр высоких частот совмещены, так же блок обработки доплеровского сигнала.

Максимальный доплеровский сдвиг частоты (ДСЧ) не выше 10^9 Гц, поэтому невозможно измерить эту частоту обычными оптическими устройствами, которые применяются для измерения видимого света с частотой герц 10^{14} [4]. Для определения величины ДСЧ используем когерентно-оптический метода и построим гетеродинную модель.

Суть гетеродинной модели заключается в том, что на фотоприемник направляются одновременно информационного светового пучка с опорным пучком гетеродина, имеющим различную частоту.

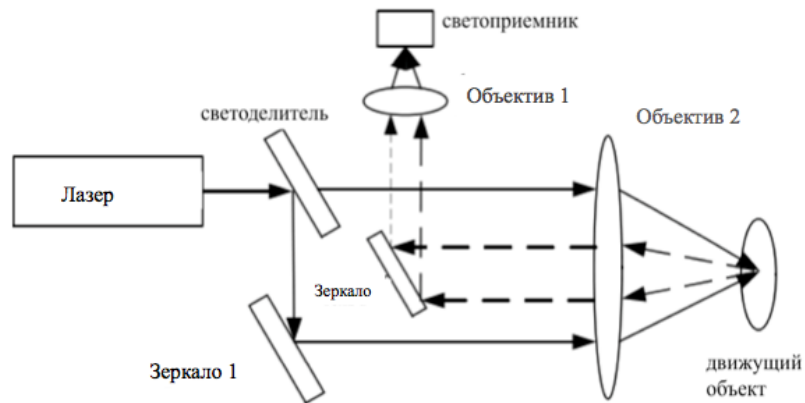


Рис.2. Гетеродинный мотель с двойными рассеивающими лазерными лучами [5]

На рисунке.2 представлен ход пучков в гетеродинной мотели. Лазер поступает на светоделитель, формирующий два луча. Один из них становится параллелен к другому после его отражение. Два луча фокусируются объективом 2 в область измерения. Рассеянное назад излучение собирается объективом и после отражения от зеркала направляется объективом 1 на светоприемник.

Одной из проблем лазерного доплеровского измерителя является сложность измерения скорости черного объекта в связи с тем, что он имеет низкий коэффициент отражения оптического сигнала и объекта с большой шероховатостью, на поверхности которого происходит диффузное отражение. Для того чтобы решить эти проблемы необходимо провести исследование зависимости коэффициента отражения от длины волны оптического излучения на различных поверхностях, исследование зависимости коэффициента отражения от мощности оптического излучения на различных поверхностях и разработать методы повышения чувствительности детекторов оптического сигнала.

Список информационных источников

1. Редько В.В., Федоров Е.М. Методы и средства контроля в кабельной промышленности. Сборник методических указаний по выполнению лабораторных работ по программе магистерской подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики». Томск, ТПУ, 2007, 118с.

2. Прибор измерения скорости и длины Бесконтактный лазерный измеритель Polytec LSV-300 [Электронный ресурс]. URL: http://www.polytec.com/fileadmin/user_uploads/Products/Laser_Surface_Velocimeter/LSV-300/Documents/LM_BR_LSV-300_2008_06_PDF_RUS_01.pdf (дата обращения: 02.1.2016).

3. Цзя Ч. -. Лазерный доплеровский измеритель скорости // Приборостроение и информационные технологии: тезисы докладов VIII студенческой научно-практической конференции, посвященной дню образованию ОНИИП, Омск, 10-11 Декабря 2015. - Омск: ОНИИП, 2015 С.3437[332704-2016]

4. Тучина Когерентно-оптические методы в измерительной технике и биофотонике под ред. В.П. Рябухо и В.В. Саратов: Сателлит, 2009.127с

5. Землянский, Лазерный доплеровский измеритель скорости, Номер патента: 1099284

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИСЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДЕФЕКТНОСТИ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Цыбенков Д-Ц.А.

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Суржиков А. П., д.ф-м.н., заведующий кафедрой физических методов и прибора контроля качества

Настоящая работа посвящена существенному повышению чувствительности метода механоэлектрических преобразований путем разработки мультисенсорной системы контроля, которая позволит исследовать малые изменения дефектности и напряженно-деформированного состояния композиционных диэлектрических материалов под действием нагрузки одноосного сжатия.

Сущность метода МЭП заключается в следующем [1]. Производится импульсное механическое возбуждение диэлектрического образца, в результате чего в нем возникает акустическая волна, которая распространяется по образцу, отражаясь от его границ и претерпевая искажения, связанные с его внутренней дефектностью и неоднородностью, воздействует на источники МЭП.