

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОТЯЖЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ СЛОЖНОГО СЕЧЕНИЯ

Бучацкий Д.В.

Томский политехнический университет, г. Томск

*Научный руководитель: Фёдоров Е.М., к.т.н., доцент отделения
контроля и диагностики ТПУ*

При производстве протяженных изделий, например, кабелей, основным критерием является их качество, которое улучшается путем совершенствования технологии контроля основных, как электрических, так и геометрических параметров. Контроль геометрических параметров позволяет снизить использование сырья и материалов. Электрические характеристики связаны с геометрическими, следовательно, выход за допуски геометрических параметров приведет к изменению его электрических характеристик, что недопустимо. Еще одним условием является необходимость измерения геометрических характеристик в течение технологического процесса.

В настоящее время большое распространение получили кабели отличного от круглого сечения. Они обладают рядом преимуществ по сравнению с кабелями круглого сечения (они будут перечислены ниже), связанные в основном с эксплуатацией. На данный момент распространены в основном зарубежные системы контроля. Они имеют ряд недостатков для российских потребителей, таких как высокая стоимость и неудовлетворительные эксплуатационные характеристики. Главной же причиной рассмотрения данного вопроса является практически полное отсутствие в данной отрасли отечественных производителей измерительных систем.

Наиболее интересными для исследования являются кабели секторной и плоской формы.

Все методы контроля делятся на контактные и бесконтактные. В первом случае чувствительный элемент имеет поверхность, которой он соприкасается с объектом измерения, во втором случае такой поверхности нет. Классификация методов измерения геометрических размеров представлена на рисунке 1.

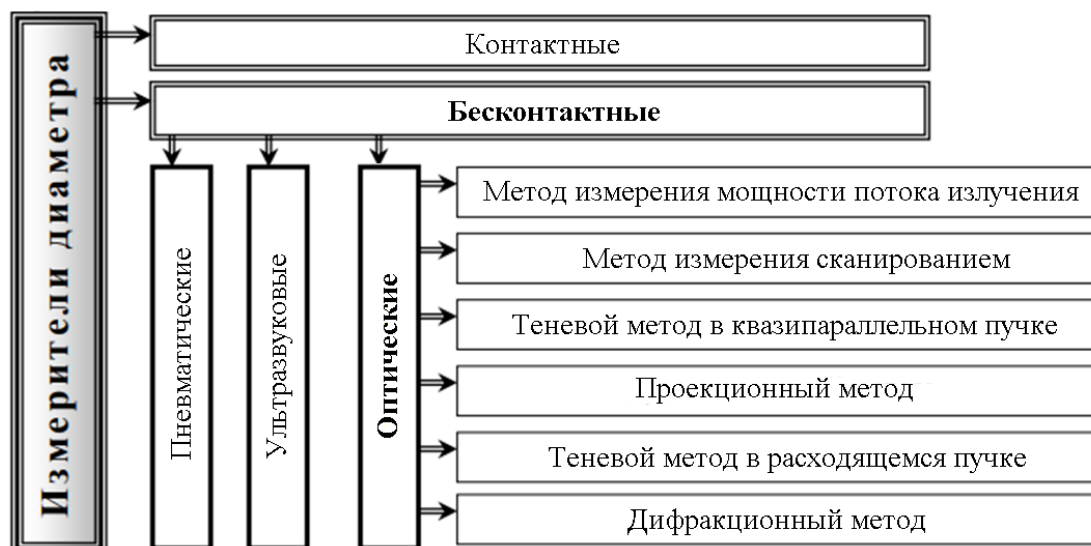


Рисунок 1 – Классификация методов измерения диаметра

В настоящий момент к измерителям геометрических параметров протяженных объектов предъявляются следующие основные требования:

- Отсутствие механического контакта измерителя с измеряемым изделием;
- Высокая точность измерения;
- Возможность использования в течение технологического процесса;
- Универсальность;
- Приемлемая стоимость;
- Простота эксплуатации.

Бесконтактные методы широко распространены в измерительных технических средствах, так как они имеют хорошие эксплуатационные и метрологические характеристики. Для данных типов измерений используются пневматические, ультразвуковые, оптические и другие первичные преобразователи, с помощью которых измеряемый параметр преобразуется в соответствующую физическую величину.

В производстве протяженных изделий, например, кабелей измерительные приборы бесконтактного типа являются более предпочтительными, за счет того, что они обеспечивают малую погрешность измерения (по сравнению с контактными), имеют достаточное быстродействие, позволяющее использовать их в течение технологического процесса и могут использоваться в системах автоматического регулирования.

Бесконтактные методы измерения бывают прямыми и косвенными. При прямых методах измеряемое значение сравнивается либо с измерительной шкалой, либо с длиной волны. В косвенных же методах

измерения используются функциональные зависимости измеряемого геометрического параметра от выходных параметров других блоков системы, например, от времени сканирования лучом рабочей зоны или от распределения минимумов и максимумов на дифракционной картине.

Самыми распространёнными в кабельной технике являются оптические методы измерения. Они так же являются наиболее современными и перспективными для создания измерителя, в полной мере удовлетворяющего всем выше названным требованиям.

Из оптических методов можно выделить метод измерения мощности потока излучения, метод измерения сканированием, теневой метод в квазипараллельном пучке, дифракционный метод для тонких объектов и теневой метод измерения в расходящемся пучке.

На данный момент из всех выше перечисленных методов в измерительных приборах используются в основном только два: метод со сканирующим узлом и теневой метод в расходящемся пучке. Первый метод используется в более старых измерителях, тогда как второй используется в продвинутых и современных. В данный момент существует несколько фирм, занимающихся созданием лазерных приборов для измерения диаметра, например, фирма Zumbach, Sikora, NDC Technologies, Cersa MSI.

Рассмотрим теневой метод в расходящемся пучке. Данный метод (Рисунок 2) заключается в том, что точечный источник излучения светит непосредственно на фотоприёмную линейку расходящимся пучком. В данной схеме в большинстве случаев используется лазер, так как излучение должно быть приближено к точечному. Плюсом данной схемы является отсутствие оптики. И-за использования расходящегося пучка невозможно по тени определить размер объекта, но, если отследить перемещение тени объекта с помощью такого же измерительного канала, который включен под углом 90 градусов.

Обработку сигналов фотоприемников и расчет истинного диаметра объекта выполняет микроконтроллер, входящий в состав прибора. Преимуществом данной схемы является точность (достигает долей микрона), которая ограничена дифракционными эффектами на границе тени. С другой стороны, расходящийся поток при перемещениях в зоне контроля вызывает изменение тени, поэтому приходится использовать более сложный математический аппарат.

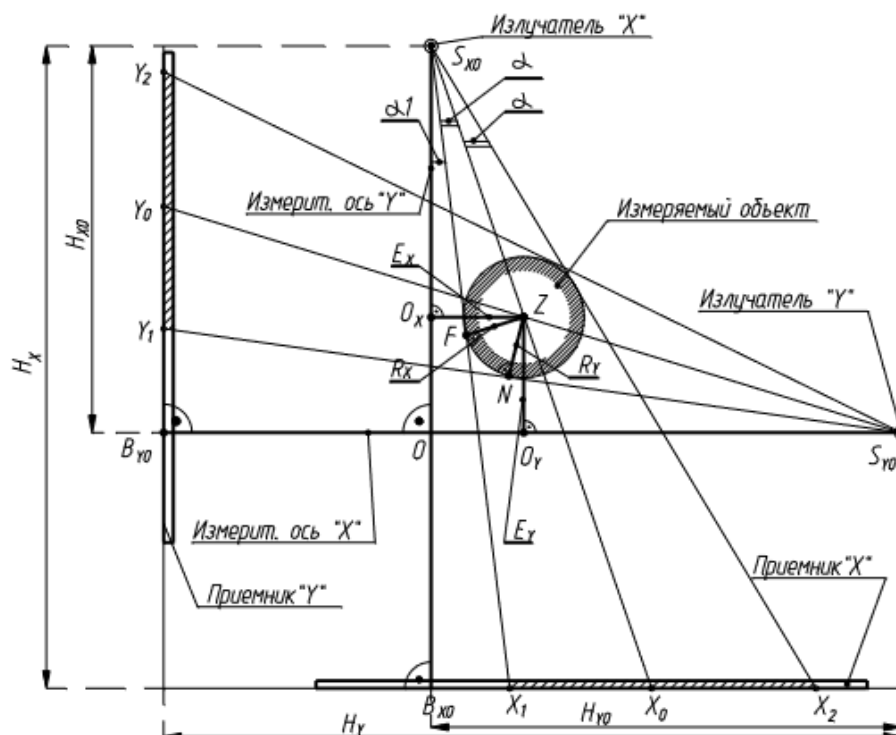


Рисунок 2. Схема контроля диаметра кабеля теньевым методом в расходящемся пучке

Схема рассматриваемого двухкоординатного измерителя показана на Рисунке 2. Прибор содержит два измерительных канала оси которых X и Y взаимно перпендикулярны.

В каждом канале лазер создает расходящийся световой поток, а многоэлементный линейный фотоприёмник измеряет размер тени. Объект контроля, находящийся в рабочей зоне, освещается двумя лазерами и образует две тени, которые отражаются на фотоприемниках.

Дальнейшим этапом работ станет создание универсального измерителя протяженных изделий сложного сечения на основе рассмотренного метода.

Список информационных источников

1. Саакян А.Е. Технический контроль производства кабелей, проводов и шнуров с резиновой и полихлорвиниловой изоляцией : учебное пособие / А. Е. Саакян. — М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1957. — 239 с. : ил. — Библиогр.: с. 240.
2. Свендровский А. Р. Контроль технологических параметров процесса изготовления кабельных изделий / А. Р. Свендровский; Труды Российской научно – технической конференции "Новейшие технологии в приборостроении". Ч. 2. – Томск, Изд-во ТПУ, 1997. – 68 – 71 с.

3. Fedorov E. M. , Koba A. A. Three-axis laser method for measuring the diameter of cylindrical objects // 2016 Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics 2016, Omsk, November 15-17, 2016. - New York: IEEE, 2017 - p. 1-4

4. Пешков И.Б. Мировые тенденции развития кабельной техники // Журнал кабели и провода. – 2002. – № 3. – С. 15 – 19.

5. Свендровский А.Р. и др. Опыт разработки устройства бесконтактного измерения диаметра кабельных изделий // Электротехника. – 1991.- № 3. –с. 26

6. Основы кабельной техники : учебное пособие / Под ред. В.А.Привезенцева. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергия, 1975. — 472 с. Др. издание: Основы кабельной техники : учебное пособие / Под ред. В.А.Привезенцева. — М. : Энергия, 1967. — 464 с. — 1р.09к.

7. Кабели и провода : Учебное пособие для техникумов. — М. ; Л. : Энергия, 1959-Т. 3: Производство кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией, обмоточных проводов с эмалевой и волокнистой изоляцией / Н. И. Белоруссов, П. М. Глупушкин, М. В. Константинов и др. ; Под ред. Н. И. Белоруссова, В. А. Привезенцева. — 1964. — 470 с. : ил. — Библиогр.: с. 469-470.

8. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : учебное пособие: в 2 ч. / В. М. Аникеенко ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005-. — (Учебники Томского политехнического университета).Ч. 1. — 2005. — 126 с. : ил. — Библиогр.: с. 124.

9. Аникеенко, Владимир Михайлович. Основы кабельной техники : учебное пособие: в 2 ч. / В. М. Аникеенко ; Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2005-. — (Учебники Томского политехнического университета). Ч. 2. — 2005. — 167 с. : ил. — Библиогр.: с. 164.

10. Электроизоляционная и кабельная техника. Методы испытания электротехнических материалов и изделий : [сборник статей] / Иркутский политехнический институт (ИрПИ); под ред. Ю. Т. Плискановского. — Иркутск : Б. и., 1975. — 214 с. : ил. — Библиогр. в конце ст. 1шт.

11. Кижаяев, С. А. Интеллектуальные системы измерения в процессе экструзии в кабельной промышленности / С. А. Кижаяев // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика : журнал. — М., 2004. — № 7. — С. 52-54. — (Измерения, контроль, диагностика) . — ISSN 0032-8154. — Библиогр.: 5 назв.

12. Кабели и провода : Учебное пособие для техникумов. — М. ; Л. : Энергия, 1959-Т. 3: Производство кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией, обмоточных проводов с эмалевой и волокнистой

изоляция / Н. И. Белоруссов, П. М. Глупушкин, М. В. Константинов и др. ; Под ред. Н. И. Белоруссова, В. А. Привезенцева. — 1964. — 470 с. : ил. — Библиогр.: с. 469-470.

13. Петров, Александр Васильевич. Методы испытаний электрической изоляции : практикум по курсу : учебное пособие / А. В. Петров ; Томский политехнический университет. — Томск : Изд-во ТПУ, 2005. — 121 с. : ил. — (Учебники Томского политехнического университета) . — Библиография в конце глав.