



Рисунок 2 – Внешний вид КРИИ

В результате исследований основных технических и метрологических характеристик созданного КРИИ было установлено, что в пределах пятна освещенности диаметром 95 мм, создаваемого источником на расстоянии 0,5 м от него:

- КРИИ обеспечивает среднее значение освещенности не менее 4000 лк от светодиодов и не менее 3000 лк от ламп;
- неравномерность распределения освещенности не превышает 2,3 %;
- значение коррелированной цветовой температуры излучения используемых источников излучения составляет 2856 ± 200 К;
- неравномерность распределения коррелированной цветовой температуры не превышает ± 10 К при фиксированных значениях характери-

стик питания ламп и СИД.

По результатам испытаний КРИИ показал высокую стабильность и воспроизводимость освещенности. Дрейф создаваемой КРИИ освещенности в течении 3 часов не превысил $\pm 0,25$ %.

Таким образом, создан комбинированный референсный источник излучения на основе малогабаритных кварцево-галогенных ламп и СИД белого свечения, предназначенный для калибровки люксметров. Источник также может применяться при калибровке многоэлементных приемников типа ПЗС или приборов, изготовленных на их основе.

1. ТКП 45-2.04-153-2009 (02250) Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы проектирования.
2. ГОСТ ИСО 8995-2002. Освещение рабочих систем внутри помещений.
3. ГОСТ 32.120-98. Нормы искусственного освещения объектов железнодорожного транспорта.
4. CIE. Publ.№ 53. Methods of Characterizing the Performance of Radiometers and Photometers. – Vienna, CIE Central Bureau. – 1982. – 35 p.
5. Гомбош К., Шанда Я. Освещение светодиодами как проблема фотометрии и колориметрии / Светотехника. – 2009. – № 2. – С. 11-19.
6. Скумс Д.В., Тарасова О.Б., Липлянин А.А., Никоненко С.В. Погрешности измерения освещенности создаваемой светодиодами / Фотометрия и ее метрологическое обеспечение: тезисы докл. XIX научн-технич. конфер. – М.: Логос. – 2013. – С. 38-40.

УДК 620.179.14

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ СООСНОСТИ ГИБКИХ ГОФРИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ ОБОЛОЧКЕ

Чернышев А.В., Загорский И.Е.

*Институт прикладной физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь*

При прокладке трубопроводов для теплосетей, водоснабжения все чаще применяются гибкие трубы. Они состоят из гофрированной напорной трубы, изготовленной из нержавеющей стали, вокруг которой расположена полиэтиленовая оболочка, между ними находится пенополиуретановый теплоизолятор (рисунок 1).

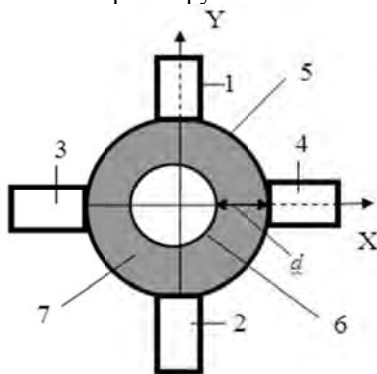
Одним из показателей качества такой трубы является соосность напорной трубы полиэтиленовой оболочке. Несосоосность снижает гибкость трубопровода, а также вызывает дополнительные потери тепла при прохождении по напорной трубе теплоносителя.



Рисунок 1 – Конструкция гибких трубопроводов

Одним из показателей качества такой трубы является соосность напорной трубы полиэтиленовой оболочке. Несоосность снижает гибкость трубопровода, а также вызывает дополнительные потери тепла при прохождении по напорной трубе теплоносителя.

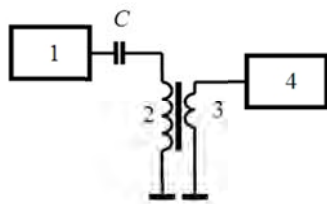
В ИПФ НАН Беларуси разработано устройство, предназначенное для контроля соосности напорной трубы полиэтиленовой оболочке в процессе изготовления трубопровода. Принцип действия устройства основан на вихретоковом способе контроля. Оно содержит четыре накладных вихретоковых преобразователя (ВТП), расположенных вокруг оболочки, как показано на рисунке 2. Каждый преобразователь измеряет расстояние d (вдоль осей X и Y) до ближайшего к нему участка напорной трубы.



1-4 – ВТП, 5 – полиэтиленовая оболочка, 6 – стальная напорная труба, 7 – теплоизолятор

Рисунок 2 – Расположение ВТП вокруг трубы

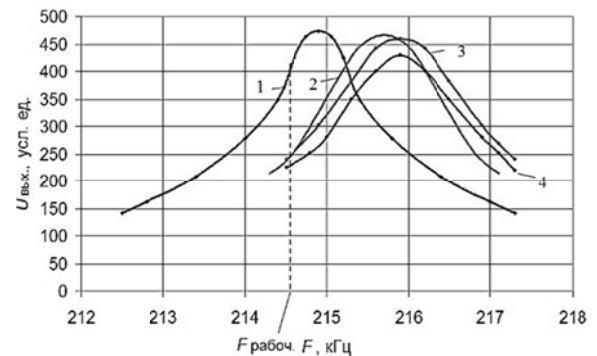
Максимальное расстояние, которое необходимо измерять каждым ВТП – 50 мм, при этом погрешность не должна превышать ± 1 мм. Каждый преобразователь состоит из набора склеенных между собой (в виде пластины) термостабильных ферритовых стержней диаметром 10 мм и длиной 90 мм. На ферритовой пластине расположены соосно обмотки возбуждения и измерительная. Требуемая чувствительность к изменениям расстояния между ВТП и напорной трубой достигается за счет применения резонансного способа измерения – катушка возбуждения ВТП совместно с конденсатором C образуют последовательный резонансный контур, который подключается к генератору (рисунок 3) [1].



1 – генератор, 2 – обмотка возбуждения ВТП, 3 – измерительная обмотка ВТП, 4 – вольтметр

Рисунок 3 – Структурная схема одного канала

Контроль проводится по измерениям амплитуды выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ измерительной катушки ВТП. Чувствительность $U_{\text{вых}}$ к изменениям d практически одинакова при рабочей частоте тока возбуждения ВТП (примерно равной резонансной частоте $F_{\text{рез}}$ резонансного контура, определяемой при отсутствии в зоне чувствительности ВТП проводящего образца), находящейся в интервале от 50 кГц до 200 кГц. Как показали исследования, максимальная чувствительность достигается при рабочей частоте, несколько меньшей $F_{\text{рез}}$. При отсутствии проводящего образца в чувствительной области ВТП зависимость $U_{\text{вых}}$ от частоты тока возбуждения вблизи резонанса имеет вид, показанный кривой 1 рисунок 4. При поднесении к ВТП проводящего образца резонансная частота ВТП смещается в стороны возрастания. Вид резонансных кривых при различных d между ВТП и поднесенной к нему медной пластиной показан на рисунке 4.



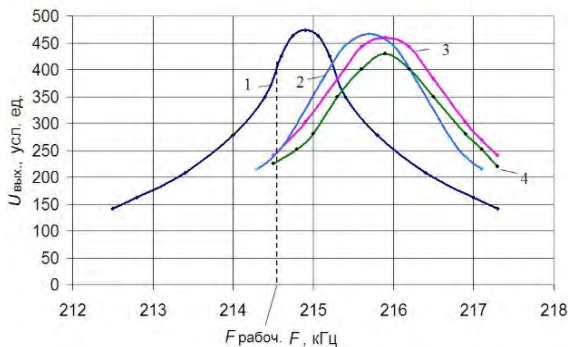
1 – при отсутствии возле ВТП проводящих объектов; 2 – при наличии медной пластины на расстоянии $d=60$ мм; 3 – при $d=30$ мм; 4 – при $d=10$ мм.

Рисунок 4 – Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) ВТП

Такое смещение $F_{\text{рез}}$ обусловлено уменьшением индуктивности обмотки возбуждения ВТП из-за возникновения вихревых токов в проводящей пластине. Из рисунка 4 видно, что при выбранной рабочей частоте $F_{\text{рабоч}}$ амплитуда $U_{\text{вых}}$ уменьшается по мере уменьшения d .

При изготовлении трубопроводов применяются напорные трубы, изготовленные как из немагнитной, так и из магнитной нержавеющей стали. При этом при неизменном расстоянии d между ВТП и напорной трубой значение $U_{\text{вых}}$ зависит от электропроводности немагнитной трубы или от магнитной проницаемости и электропроводности магнитной трубы. На практике всегда наблюдаются вариации указанных электромагнитных параметров материала напорной трубы по мере перемещения от одного ее участка к другому, что является мешающим фактором при определении d на основе анализа величины $U_{\text{вых}}$.

Как показали исследования, при выборе $F_{\text{рабоч}}$ в пределах указанного выше интервала 50 кГц ÷ 200 кГц, при резонансном способе измерения достигается не только максимальная чувствительность $U_{\text{вых}}$ к d , но и наблюдается существенное уменьшение влияния вариаций величин электромагнитных параметров материала напорной трубы на $U_{\text{вых}}$. Рассмотрим, за счет чего это происходит. На рисунке 5 приведены АЧХ ВТП, полученные как при отсутствии проводящих объектов в его чувствительной области (кривая 1), так и при наличии на расстоянии 60 мм от ВТП одной из следующих пластин – дюралевой, медной или стальной (из магнитной нержавеющей стали).



1 – при отсутствии возле ВТП проводящих объектов;
2 – при наличии возле ВТП дюралевой пластины, $d=60$ мм;
3 – при наличии возле ВТП медной пластины, $d=60$ мм;
4 – при наличии возле ВТП стальной магнитной пластины, $d=60$ мм

Рисунок 5 – АЧХ ВТП

Из рисунка 5 видно, что в области $F_{\text{рабоч}}$, величины $U_{\text{вых}}$, измеренные при наличии одной из трех пластин, близки между собой по величине.

Это объясняется тем, что при приближении немагнитной пластины к ВТП уменьшается индуктивность его обмотки возбуждения (под действием вторичного поля вихревых токов пластины), чем выше электропроводность пластины, тем это уменьшение сильнее. В результате резонансная частота обмотки возбуждения ВТП возрастет. Однако, чем больше электропроводность пластины, тем больше в ней потери на вихревые токи и тем сильнее уменьшается добротность резонансного контура. Это приводит к уширению резонансной кривой. В результате при некоторой фиксированной рабочей частоте, меньшей самой низкой из всех трех рассматриваемых резонансных частот, величины $U_{\text{вых}}$ для материалов с различной электропроводностью оказываются близкими или равными. При поднесении к ВТП проводящей магнитной пластины к указанным выше явлениям дополняется еще одно – существенно возрастают активные потери в контуре, что также приводит к уменьшению добротности резонансного контура [2]. В результате, как видно из рисунка 5, и для магнитной пластины при $F_{\text{рабоч}}$, величина $U_{\text{вых}}$ оказывается близкой к тем значениям, которые были при поднесении дюралевой и медной пластин.

Установки для контроля соосности гибких гофрированных трубопроводов применяются на Могилевском заводе полимерных труб.

1. Дорофеев А.Л. Индукционная структуроскопия. – М.: Энергия, 1973. – 171 с.
2. Дорофеев А.Л., Казамапов Ю.Г. Электромагнитная дефектоскопия. – М.: Машиностроение – 1980. – 232 с.

УДК 53.088.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ ОРИЕНТАЦИИ ПОДВИЖНОГО ОБЪЕКТА

Шведов А.П.

Тульский государственный университет
Тула, Российская Федерация

Система ориентации и навигации является одной из основных частей системы управления подвижного объекта.

Особый интерес представляют малогабаритные системы ориентации, построенные на базе микросистемных чувствительных элементов, благодаря широкому кругу задач, которые решаются или в перспективе могут разрешиться за счет применения данных систем.

Этот факт обусловил широкое распространение таких микросистемных чувствительных элементов как микромеханические датчики угловой

скорости (ДУС), микромеханические акселерометры, микросистемные магниторезистивные датчики магнитного поля, пирометрические и другие типы датчиков, на базе которых стоят современные бесплатформенные системы ориентации.

Отличительная особенность систем, построенных на базе микросистемных датчиков заключается в том, что основным ядром этих систем, являются специальные алгоритмы обработки информации и схемотехнические решения, направленные на повышения достоверности