

ИЗМЕРЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ИЗОЛЯЦИОННОЙ ОБОЛОЧКИ СЕКТОРНОЙ ЖИЛЫ НАКЛАДНЫМ ВТП

Ван Юй

Томский политехнический университет, г. Томск
Научный руководитель: Гольдштейн А.Е., д. т. н, профессор
кафедры информационной и измерительной техники

Введение

Кабели и провода это важнейшие изделия. Кабельную промышленность отличают высокая технологичность, энергоёмкость, ресурсоёмкость и высокая степень автоматизации производства.

Для кабелей стационарной прокладки изготавливают жилы круглой и фасонной (сегментной и секторной) формы. Применение секторных и сегментных жил вместо круглых позволяет уменьшить диаметр кабеля на 20 - 25 %, соответственно сократить расход материалов на оболочку, защитные покровы и изоляцию, что существенно снижает стоимость кабеля.[1] Толщина изоляционной оболочки является важным параметром.

В соответствии с ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98 «Измерение толщин и наружных размеров - Измерение толщины и наружных размеров изоляции и оболочек кабелей», для жил секторной формы проводят шесть измерений, как показано на рис. 1 (м.т. — минимальная толщина).[2]

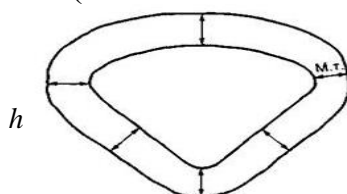


Рис. 1. Шесть точек измерения толщины изоляции для секторной жилы

Для измерения толщины изоляционной оболочки кабеля, применяются различные методы и средства. По сравнению с другими методами, вихретоковый метод обладает высокой скоростью контроля, малым влиянием внешних факторов, возможностью автоматизации процесса контроля.

Физические основы вихретокового метода измерительных преобразований

Контроль толщины изоляции при одностороннем доступе проводят накладным вихретоковым преобразователем ВТП, состоящим из возбуждающей ОВ и измерительной ОИ обмоток (рис 2). Синусоидальный ток, протекающий по обмотке возбуждения, создает электромагнитное

поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля (ОК). Магнитное поле вихревых токов воздействует на обмотки ВТП, наводя в них ЭДС.

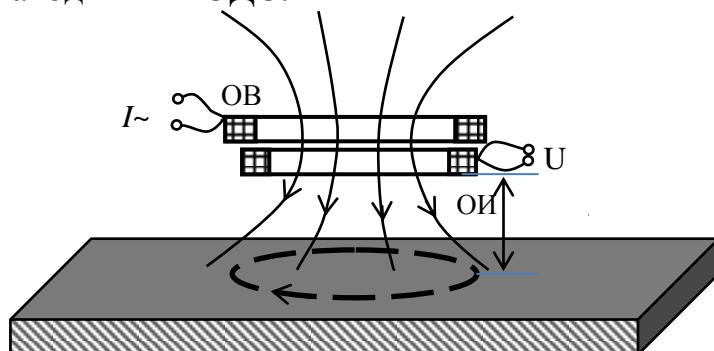


Рис. 2. Принцип измерения толщины накладным вихретоковым преобразователем

Экспериментальная часть

Целью эксперимента являлось экспериментальное исследование зависимости выходного напряжения вихретокового преобразователя от изменения расстояния между корпусом преобразователя и поверхностью жилы кабеля, формы поперечного сечения.

Если форма секторной жилы симметричная, то можно проводить эксперименты для четырёх точек. На рис. 3 приведена схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем.

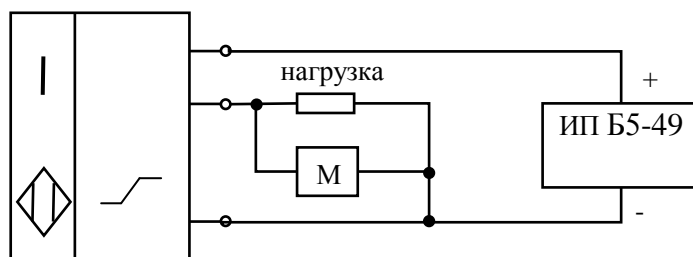


Рис. 3. Экспериментальная схема измерения толщины изоляции кабеля накладным вихретоковым преобразователем

Использовался источник питания постоянного тока Б5-49 как источник энергии. Объектом контроля являлась секторная жила кабеля. С помощью мультиметра (М) измерялось выходное напряжение при постепенном увеличении зазора. В качестве преобразователей использованы преобразователи расстояния ВAW М18МG-UAC80F-S04G [3] и ВAW М12МF2-UAC40F-ВР03 [4]. Основные характеристики преобразователей приведены в таблице 1.

Основные характеристики преобразователей BAW

Таблица 1

| Тип преобразователей | BAW M18MG-UAC80F-S04G | BAW M12MF2-UAC40F-BP03 |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|
| Линейная чувствительная зона (мм) | 2—8 | 1—4 |
| Диаметр(мм) | M18×1 | M12×1 |
| Нелинейность(мкм) | ±180 | ±90 |

По результатам эксперимента были построены зависимости выходного напряжения преобразователя от изменения зазора между корпусом ВТП для четырех точек поверхности жилы кабеля. Зависимости показаны на рис. 4 для преобразователей BAW M18MG-UAC80F-S04G и BAW M12MF2-UAC40F-BP03.

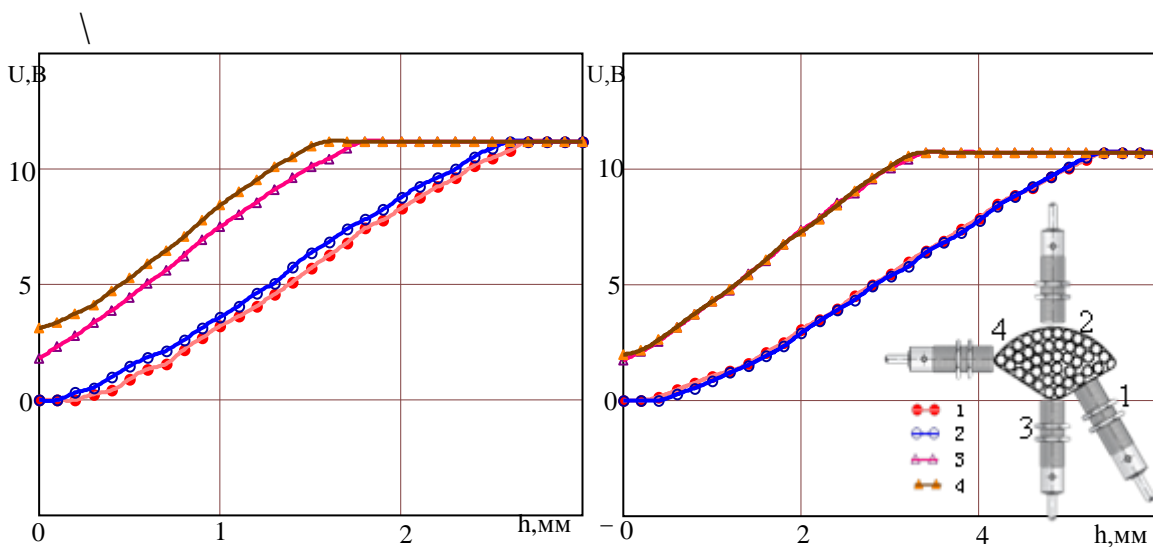


Рис. 4 Зависимости выходного напряжения от изменения зазора между корпусом ВТП BAW M12MF2-UAC40F-BP03 (слева) и BAW M18MG-UAC80F-S04G (справа) для четырех точек поверхности жилы кабеля

При увеличении зазора выходное напряжение возрастает. Следует отметить, что эти преобразователи обладают хорошей линейностью в рабочей зоне. В нашей задаче нужно контролировать секторный кабель, номинальное значение толщины изоляционной оболочки которого равно 2мм, таким образом, преобразователь BAW M12MF2-UAC40F-BP03 не применим, особенно для точек 3 и 4, линейная зона для которых (0 – 1,5) мм. Для решения нашей задачи подходит преобразователь BAW M18MG-UAC80F-S04G.

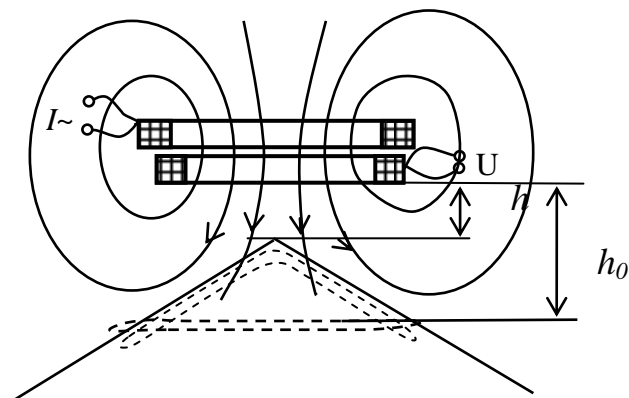


Рис. 5. Возбуждение вихревого тока на объекте, имеющий секторное поперечное сечение

Следует отметить, что для рассматриваемых четырёх точек характер изменения похож, но зависимости отличаются друг от друга по причине разной формы поверхности. Очевидно, что при криволинейной форме поверхности среднее расстояние до поверхности h_0 больше расстояния до ближайшей точки поверхности h (рис. 5). Поэтому сигнал ВТП для этого случая оказывается меньше сигнала для случая плоской поверхности. Чем больше кривизна поверхности, тем сильнее выражен этот эффект.

В процессе контроля могут иметь место параллельное смещение d (рис. 6а) и угол наклона θ (рис. 6б). Чтобы исключить эти погрешности, необходимо фиксировать положение преобразователя от жилы кабеля.

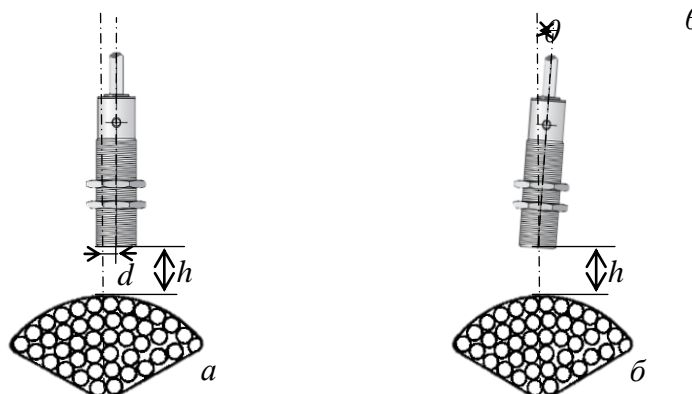


Рис.6 Отклонение преобразователя от оси симметрии: а — перемещение d , б — угол θ

Заключение

Изучены физические основы вихретокового метода. Доказана возможность использования вихретокового метода для измерения толщины оболочки секторной жилы, получены зависимости выходного напряжения вихретокового преобразователя от изменения расстояния между корпусом преобразователя и поверхностью жилы кабеля. Проанализированы влияния основных влияющих факторов на результаты измерения.

Список информационных источников

1. Назначение кабелей. <http://leg.co.ua/info/kabeli/naznachenie-kabeley.html>
2. ГОСТ Р МЭК 60811-1-1-98 <http://forca.ru/knigi/gost/izmerenie-tolschiny-i-naruzhnyh-razmerov-izolyacii-i-obolochek-kabeley-gost-r-mek-60811-1-1-98-2.html>
3. http://www.murri.fi/documents/balluff/BAW/BAWM18MG_UAC80F_S04G_en.pdf
4. http://www.sensotronik.se/pdf/01ind/BUF/BAWM12MF2_UAC40F_BP03_en.pdf

УСИЛИТЕЛЬ ЯРКОСТИ С ЧСИ ДО 50 КГц

Власов В.В.¹, Тригуб М.В.

¹Томский политехнический университет, г. Томск

Институт оптики атмосферы СО РАН, г. Томск

*Научный руководитель: Тригуб М.В., к.т.н., н.с. лаборатории
квантовой электроники*

Рост современных технологий предъявляет новые требования к методам и средствам диагностики. Во-первых, это увеличения временного разрешения для средств визуально-оптического контроля, и разработка методов диагностики зон взаимодействия мощной энергии с веществом. Например, диагностика и исследования процессов получения наноразмерных материалов методом лазерного испарения с последующим осаждением до сих пор является актуальным как у российских, так и у зарубежных ученых. Для изучения процессов, проходящих в момент образования облака наночастиц, требуется использовать новых методов визуально-оптического контроля. Одним из таких методов является визуализация с использованием активных оптических систем (АОС) с усилителями яркости – лазерных проекционных микроскопов и лазерных мониторов [1].

Для накачки усилителей яркости необходимо сформировать импульс напряжения с амплитудой 5–10 кВ с малой длительностью нарастания. В настоящее время это достигается источниками, где в качестве коммутаторов остается актуальным применение тиратронов [2]

В таких типах источников для повышения частоты используются следующие топологии схемы:

- параллельная работа на нагрузку нескольких тиратронов (рис. 1);