

Ях Сергей Юрьевич,

магистр

3 курс, факультет «Электроэнергетика и электротехника»

Казанский Государственный Энергетический Университет

Россия, г. Казань

ОПТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ

***Аннотация:** В статье рассматриваются оптические измерительные трансформаторы и перспективы их применения в современных энергосистемах. Рассматриваются устройство и принцип действия оптических измерительных трансформаторов, а также перспективы их применения в современных энергосистемах.*

***Ключевые слова:** Оптический трансформатор, трансформатор тока, трансформатор напряжения, измерение, энергосистема, применение, перспектива, принцип действия.*

***Abstract:** The article discusses optical measuring transformers and the prospects of their application in modern power systems. The device and the principle of operation of optical measuring transformers, as well as the prospects of their application in modern power systems are considered.*

***Keywords:** Optical transformer, current transformer, voltage transformer, measurement, power system, application, perspective, operating principle.*

В настоящее время в современных энергосистемах, в целом, в качестве измерительных трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН) используются ТТ и ТН с ферромагнитным сердечником и принципом

работы на основе электромагнитной индукции [1]. Однако данный тип ТТ и ТН является технологически устаревшим, его технико-эксплуатационные характеристики не соответствуют актуальным требованиям по обеспечению точности измерений и другим ключевым показателям. Постоянно разрабатываются и исследуются новые типы конструкций ТТ и ТН. На данный момент наиболее перспективным является использование оптических измерительных трансформаторов.

Принцип действия оптических (оптоэлектронных или оптоволоконных) трансформаторов тока (далее ОТТ) основан на магнитооптическом эффекте Фарадея [2]. Используя прямую зависимость величины угла отклонения от силы магнитного поля, можно количественно определить значение изменения величины электрического тока.

Структурная схема ОТТ показана на рисунке 1 [3].

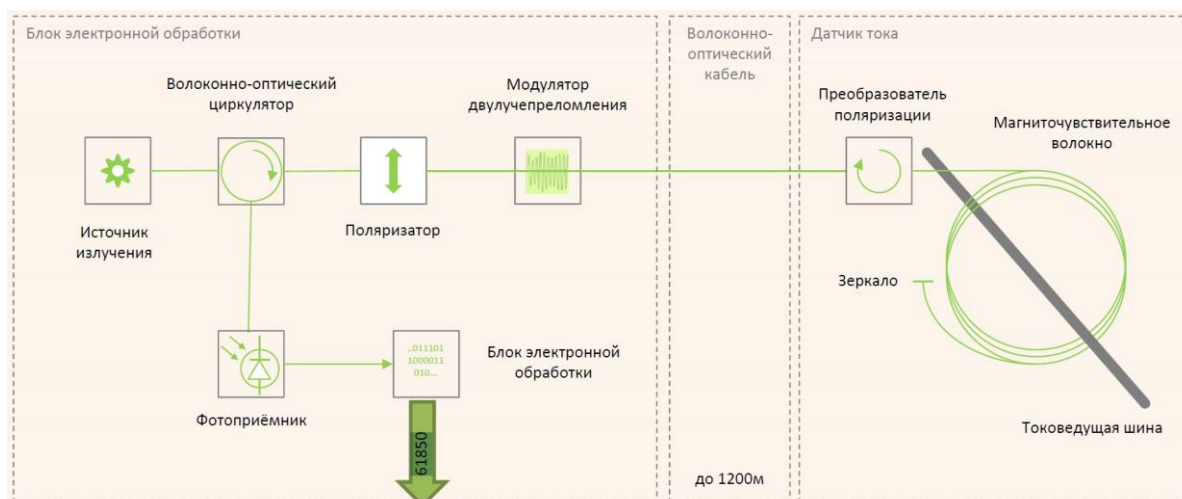


Рисунок 1 – Структурная схема ОТТ

Конструкция современных ОТТ включает:

- датчик тока;
- волоконно-оптический кабель (ВОК);
- блок электронной обработки (БЭО).

Две поляризованные световые волны с ортогональными циркулярными вводятся в оптический контур (ОК), состоящий из многих витков (для

обеспечения надлежащей чувствительности). Внутри данного контура расположен проводник с измеряемым током (токопроводящая шина – первичная обмотка ОТТ). При отсутствии тока в первичной обмотке, скорость распространения волн одинакова и фазовый сдвиг на выходе из контура отсутствует. При наличии тока в первичной обмотке, он создает магнитное поле, которое отклоняет плоскость поляризации световых волн, влияя на оптические свойства ВОК, ввиду чего вызывается сдвиг по фазе для волн при выходе из контура. Обеспечивая точное измерение данного фазового сдвига путем дополнительной компенсации различных погрешностей (в БЭО), ОТТ выполняет эффективное и точное преобразование величины первичного тока в пригодный и удобный для измерений и нужд релейной защиты и автоматики (РЗА) [2].

Принцип действия современных оптических трансформаторов напряжения (ОТН) основан на эффекте электрогирации (или электрооптическом эффекте Поккельса) [2]. При воздействии электрического поля на активную кристаллическую зону ячейки Поккельса изменяется угол преломления и поляризации проходящей через него световой волны.

Структурная схема ОТН показана на рисунке 2 [3].

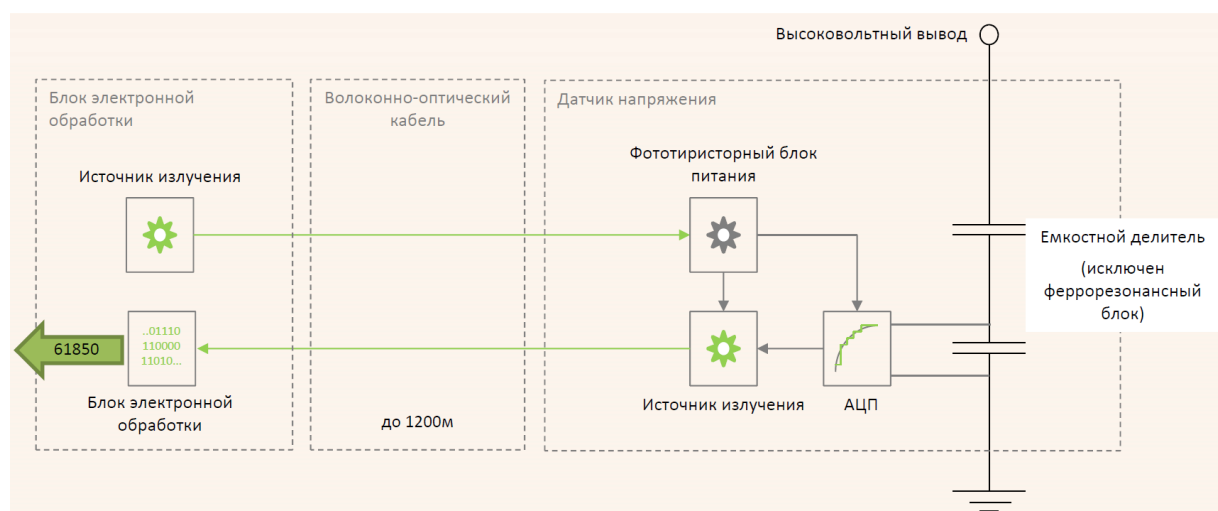


Рисунок 2 – Структурная схема ОТН

Конструкция современных ОТН включает:

- датчик напряжения;
- ВОК;
- БЭО.

Величина напряжения первичной обмотки ОТН определяется с помощью емкостного делителя напряжения (феррорезонансный блок исключен для минимизации погрешности) и электронно-оптического преобразователя (ЭОП). Делитель напряжения питается лазерным излучением от высоконадежного специализированного источника, передача излучения производится по ВОК. Обеспечивая точное измерение изменений угла преломления и поляризации проходящей через ячейку Погкельса световой волны путем дополнительной компенсации различных погрешностей (в БЭО), ОТН выполняет эффективное и точное преобразование величины первичного напряжения в пригодный и удобный для измерений и нужд РЗА [2]. Общая концепция принципов конструкций ОТТ и ОТН позволяет объединять эти устройства (комбинированные ОТТН). Конструкция комбинированного ОТТН показана на рисунке 3 [3].



Рисунок 3 – Конструкция комбинированного ОТТН

Ключевые недостатки измерительных трансформаторов с ферромагнитным сердечником показаны на рисунке 4.



Рисунок 4 – Ключевые недостатки измерительных трансформаторов с ферромагнитным сердечником

Применение ОТТ и ОТН позволяет исключить или минимизировать указанные на рисунке 4 недостатки. Очевидно, что применение оптических измерительных трансформаторов в современных энергосистемах имеет большие перспективы. Использование ОТТ и ОТН позволяет обеспечить повышенную надежность и точность контроля параметров режима работы электрических сетей и оборудования в их составе, снизить общие технико-эксплуатационные расходы, повысить безопасность эксплуатации измерительных трансформаторов и энергосистем в целом.

Список литературы:

1. Найденов А.Д. Оптические трансформаторы напряжения // Вестник науки и образования. – 2020. – № 8.

2. Ураксеев М.А., Левина Т.М. Оптоволоконные трансформаторы как элементы современных электротехнических комплексов и систем // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – № 2.

3. АО «ПРОФОТЕК». Официальный сайт. [Электронный ресурс]. – <https://www.profotech.ru/> (дата обращения: 08.02.2022).