

## ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ДАТЧИКОВ НАПРЯЖЕНИЯ И НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Развитие техники высоких напряжений, широко применяемой в различных отраслях науки, техники и народного хозяйства, потребовало совершенствования старых и разработки новых методов контроля напряженности электрического поля. В настоящее время наибольшее распространение получили методы измерения электрического поля датчиками, обладающими высокой чувствительностью. Однако, как емкостные, так и индуктивные датчики, вследствие высокой электропроводимости заметно искажают силовые линии электрического поля, что может привести к непредсказуемым погрешностям измерений. В связи с этим появилась острая необходимость разработки и исследования новых неискажающих методов

334

контроля напряженности электрического поля [1]. Рассмотрим существующие индуктивные датчики напряженности электрического поля.

**Измеритель напряженности поля промышленной частоты ПЗ -50А** предназначен для измерения напряженности электрического поля промышленной частоты (50 Гц) и применяется для контроля предельно допустимых уровней электрического поля согласно ГОСТ 12.1.002-84 и СН №3206-85 [2].

Измеритель ПЗ-50 выполнен в виде малогабаритного носимого прибора автономным питанием. Внешний вид измерителя ПЗ-50А представлен на рисунке 1.



Рис.1. Измеритель напряженности поля промышленной частоты ПЗ-50А

Основными элементами измерителя являются: устройство отсчетное УОЗ-50 и антены-преобразователи (АП) направленного приема. Работа измерителя основана на возбуждении в АП, под воздействием измеряемого поля, переменного напряжения, пропорционального напряженности поля. Переменное напряжение предварительно усиливается в АП и поступает на вход УОЗ-50, где происходит его фильтрация, дальнейшее усиление, преобразование в постоянное напряжение и индикация. Технические характеристики данного датчика представлены в табл. 1.

Технические характеристики измерителя напряженности ПЗ-50А

Таблица 1

Диапазон измерения напряженности электрического поля, кВ/м	От 0,01 до 180
Пределы измерения, кВ/м	0,2, 2, 20 и 200

Пределы допускаемой относительной основной погрешности измерения напряженности электрического поля, %, где $E_n$ – установленный предел измерения $E_x$ – измеренное значение напряженности электрического поля, кВ/м	(15+0,2( $E_n/E_x$ ))
Время непрерывной работы в автономном режиме, ч	не менее 16
Источник питания	Встр. батарея из 4-х сменных элементов по 1,5В
Масса, кг	0,8
Габариты, мм	450x110x40

335

**Измеритель напряженности электрического поля ИНЭП-8** предназначен для измерения напряженности электрического поля промышленной частоты (50 Гц) в пространстве в соответствии с ГОСТ 12.1.002-84 "Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля" и "Санитарными нормами и правилами защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты" [3]. Внешний вид измерителя представлен на рис. 2.



Рис.2. Измеритель напряженности электрического поля ИНЭП-8

Технические характеристики измерителя напряженности представлены в табл. 2.

Технические характеристики измерителя напряженности ИНЭП-8

Таблица 2

Пределы измерения, кВ/м	$\pm(0,1-199,9)$
Напряжение питания, В	9 В $\pm 10\%$
Предел основной погрешности прибора	не более $\pm 15\%$
Потребляемый ток, мА	не более 2
Габаритные размеры, мм	230x90x30
Масса, г	не более 400
Средний срок службы	не менее 10 лет

**Волоконно-оптические датчики.** Первоначально проникновение волоконно-оптических датчиков на рынок было обусловлено их преимуществом по производительности. Элементы, используемые в волоконно-оптических датчиках, являются абсолютно пассивными по отношению к электрическому току (не излучают и не проводят электрический ток), что часто оказывает решающее влияние на успешное применение их в некоторых областях [4].

Также к преимуществам таких датчиков по сравнению с традиционными индукционными датчиками можно отнести:

- невосприимчивость к электромагнитной интерференции;
- способность работать при высоких температурах;
- устойчивость к вибрации и ударам;
- пожаробезопасность;

336

- отсутствие помех со стороны поля на канал передачи информации;
- меньшие массо-габаритные характеристики;
- широкий частотный диапазон;
- возможность гальванической развязки между объектом измерения и регистрирующей аппаратурой;
- лучшие массогабаритные характеристики;
- высокая линейность.

Первые попытки создания датчиков на основе оптических волокон, делались в середине 1970-х годов. Публикации о более или менее приемлемых разработках и экспериментальных образцах подобных датчиков появились во второй половине 1970-х годов. Однако термин "волоконно-оптические датчики" (opticalfibersensors) появился только в начале 1980-х годов. Таким образом, волоконно-оптические датчики — очень молодая область техники.

Разработкой оптических датчиков напряжения занимается целый ряд зарубежных компаний, среди которых следует отметить: NxtPhase T&D Corporation, PowerSense, OptiSenseNetwork, Inc., ABB, Inc., Airak, Inc., FieldMetrics, Inc. (FMI). Некоторые обобщенные сравнительные характеристики оптических датчиков разных компаний приведены в табл. 3.

Таблица 3  
Сравнительные характеристики оптических датчиков напряжения различных компаний

Характеристика	NxtPhase	OptiSense	FieldMetrics	ABB	Airak
Номин. напряжение, кВ	121-550	35	138	115-550	0,003-5
Класс точности, %	0,2/3	0,2	0,3	0,2	1(5)
Рабочая частота, Гц	10/3000	-	-	-	50/60
Частотная полоса, Гц	0,1-6000	-	5-5000	-	6-5000
Масса, кг	13,2-65	2,5	68	50-186	0,17
Диапазон рабочих температур, °C	-40...+50	-40...+50	-40...+70	-5...+40	0...+50

Компания Airak, Inc. [5] выпускает оптоволоконные датчики, отличающиеся наименьшими массо-габаритными показателями.

Оптоволоконные датчики напряжения этой фирмы вместе с пятиметровыми выводами весят всего 170 г. Датчик напряжения размещен на специальной платформе, расположенной на опоре. Стандартный диапазон измерения напряжения – 5 кВ (со сменой ячейки Поккельса диапазон может быть расширен до 13,8 кВ). Максимальная приведенная погрешность составляет 5 %, типовая – 1 %.

Судя по приведенным данным, недостатками датчика являются низкая точность измерения и малый диапазон измеряемых напряжений. Существенным недостатком для его применения в российских условиях является также температурный диапазон – 0...50 °C.

Несмотря на разнообразие производимых датчиков для измерения напряжения и напряженности электрического поля, большинство из них обладают различными недостатка-

линии электрического поля, что приводит к значительным погрешностям измерений. Также встречаются датчики с неудовлетворительными массо-габаритными показателями или довольно небольшим диапазоном рабочих температур. В связи с этим появляется необходимость разработки новых датчиков, которые обладали бы лучшими характеристиками.

### **Библиографический список**

1. Красюк, Б.А. Световодные датчики / Б. А. Красюк, О.Г. Семенов, А.Г. Шереметьев и др. – М.: Машиностроение, 1990 – 256 с.
2. Измеритель напряженности [Электронный ресурс],-режим доступа: [http://www.bioscorp.ru/shop/UID\\_14489.html](http://www.bioscorp.ru/shop/UID_14489.html), свободный
3. Измеритель напряженности электрического поля [Электронный ресурс],-режим доступа: [http://www.eurolab.ru/izmeritel\\_inep8](http://www.eurolab.ru/izmeritel_inep8), свободный
4. Окоси, Т. Волоконно-оптические датчики / Т. Окоси, К. Окамото, М. Оцу [и др.] – Л.: «Энергоатомиздат», 1990. – 256 с.
5. OpticalDistributionMonitoringSystem [Электронный ресурс],-режим доступа: <http://www.airak.com/>, свободный