

Smart-PD/2 – интеллектуальный датчик контроля состояния изоляции маслонаполненных силовых трансформаторов

Общепризнанным фактом является то, что измерение и анализ частичных разрядов в изоляции маслаполненных силовых трансформаторов эффективнее всего производить с использованием СВЧ (UHF) датчиков частичных разрядов, работающих в диапазоне частот $0,4 \div 1,5$ ГГц.

Это объясняется тем, что СВЧ датчики практически не чувствительны к импульсам коронных разрядов, являющихся помехами при проведении диагностики. В более низкочастотных диапазонах коронные разряды могут многократно превышать по амплитуде и по количеству «полезные» импульсы частичных разрядов.

Датчики СВЧ диапазона частот конструктивно представляют собой электромагнитные антенны различного типа. Эти антенны встраиваются внутрь бака трансформатора, благодаря чему системы регистрации частичных разрядов обладают высокой чувствительностью и сравнительно хорошей защищенностью от влияния высокочастотных помех.

Назначение датчика марки Smart-PD/2



Для проведения измерения СВЧ частичных разрядов в изоляции силовых маслаполненных трансформаторов совместно с заводом «Автотрансформатор» разработаны и производятся датчики марки Smart-PD/2.

Основным назначением интеллектуальных датчиков частичных разрядов марки Smart-PD/2 является определение текущего технического состояния изоляции трансформаторов в режиме мониторинга.

Итоговым заключением работы датчика является информация о допустимом сроке безопасной эксплуатации контролируемого трансформатора, определенном на основании построения и анализа параметров адаптивной цифровой модели изоляционной системы.

Интеллектуальный датчик марки Smart-PD/2 является современной и эффективной заменой «больших» систем мониторинга частичных разрядов, обычно используемых для контроля технического состояния изоляции силовых трансформаторов.

Наличие в датчике экспертной системы максимально повышает информативность получаемых диагностических заключений, и, следовательно, кратно снижает стоимость поставки диагностического оборудования.

Конструктивное исполнение датчика

В основе конструкции всех датчиков, предназначенных для регистрации частичных разрядов в СВЧ диапазоне частот, лежит электромагнитная антенна А, встраиваемая внутрь бака трансформатора.

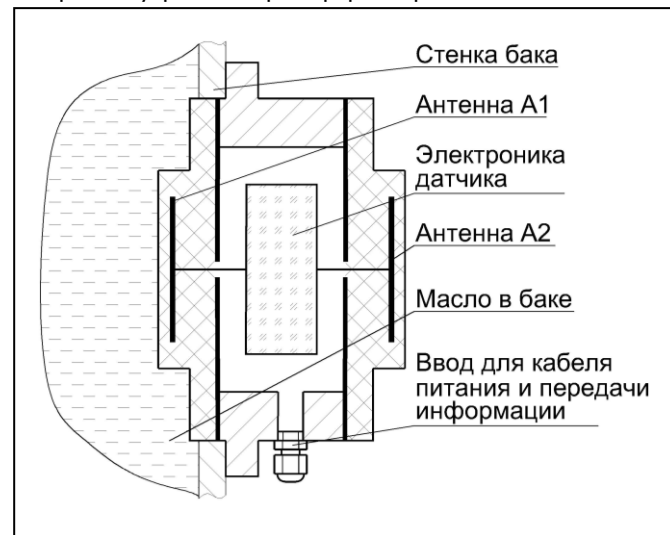
Такое расположение датчика частичных разрядов имеет два важных достоинства:

- Приемная антенна расположена максимально близко к активным элементам трансформатора, обмоткам и высоковольтным вводам, что обеспечивает хорошую чувствительность к возникающим дефектам.
- Металлический бак силового трансформатора позволяет хорошо экранировать приемную антенну от воздействия внешних электромагнитных помех.

Практическое использование встроенных в бак трансформатора электромагнитных антенн в качестве датчиков частичных разрядов подтвердило их высокую чувствительность и помехозащищенность, но выявило и определенные недостатки.

В основном это касается сложности в локации системой мониторинга места возникновения дефектов в изоляции, как внутри, так и снаружи бака.

«Внешние» дефекты, генерирующие частичные разряды, могут располагаться рядом с трансформатором или на подходящих шинах, или в близко расположенном высоковольтном оборудовании, подключенном к общим шинам. Через вводы трансформатора СВЧ импульсы от внешних дефектов проникают внутрь бака и могут ошибочно идентифицироваться экспертной системой как «дефект внутри бака трансформатора».



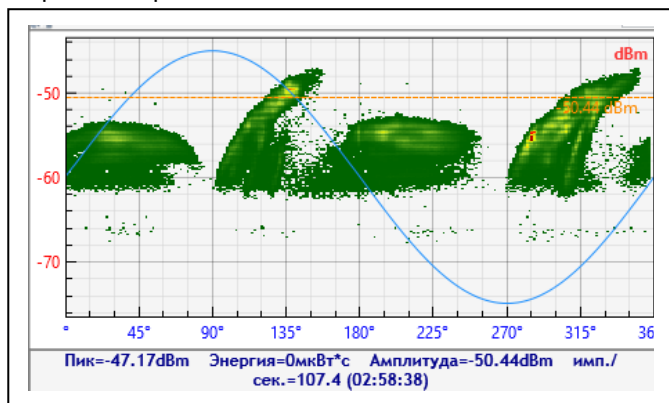
Для устранения этого недостатка в датчике Smart-PD/2 использованы две одинаковые электромагнитные антенны, одна из которых А1 располагается внутри бака трансформатора, а вторая А2 снаружи.

Информация от двух электромагнитных антенн синхронно обрабатывается экспертной системой датчика в дифференциальном режиме. Такие технические и алгоритмические решения позволяют эффективно разделять дефекты в изоляции, возникшие внутри и вне бака трансформатора.

Экспертная система датчика Smart-PD/2

Датчик частичных разрядов марки Smart-PD/2 является законченным интеллектуальным диагностическим устройством, предназначенным для контроля технического состояния изоляционной системы трансформаторов.

Встроенная в программное обеспечение экспертная система позволяет датчику не только регистрировать высокочастотные импульсы и эффективно отстраиваться от электромагнитных помех. С ее помощью оперативно определяется тип дефекта в изоляции, являющийся источником частичных разрядов, оценивается степень и скорость его развития.



Экспертной системой датчика Smart-PD/2 автоматически создается адаптивная математическая модель изоляционной системы трансформатора, автоматически генерируется так называемый цифровой двойник.

Цифровой двойник изоляционной системы дает возможность прогнозировать изменение технического состояния изоляции на дальнейших этапах эксплуатации трансформатора.

За счет использования функций автоматизированной адаптации и коррекции коэффициентов цифрового двойника в процессе эксплуатации в датчике Smart-PD/2 учитываются особенности развития дефектных состояний, за счет которых происходит ухудшение текущего технического состояния изоляции трансформатора.

Окончательным итогом работы экспертной системы датчика Smart-PD/2 является информация об оптимальных сроках проведения сервисных и ремонтных работ с указанием выявленных дефектных состояний. Эта информация предназначена для практических специалистов и позволяет им максимально эффективно эксплуатировать силовой трансформатор.

Монтаж Smart-PD/2 на баке трансформатора

Монтаж датчика Smart-PD/2 на баке силового трансформатора лучше всего проводить на заводе-изготовителе, так как антенна A1 этого датчика должна находиться внутри бака трансформатора. Только на этапе изготовления трансформатора имеется возможность правильно, надежно и безопасно смонтировать на стенке бака датчик частичных разрядов СВЧ диапазона частот.

Если максимальная ширина бака трансформатора не более 3 метров, то достаточно установить всего один датчик марки Smart-PD/2. Его надо монтировать в районе фазы «В», чтобы одинаково эффективно контролировать состояние «крайних» фаз трансформатора.

Датчик Smart-PD/2 необходимо устанавливать на баке трансформатора со стороны монтажа высоковольтных вводов обмотки ВН. Это позволит также максимально корректно и точно контролировать возникновение и развитие дефектных состояний в этих ответственных элементах силового трансформатора, особенно если эти вводы имеют твердую RIP изоляцию.

Место для установки датчиков Smart-PD/2 по высоте бака трансформатора предпочтительно выбирать на уровне примерно 30-40% высоты от верха бака. В этом случае регистрируемые частичные разряды будут максимально информативными.

Если ширина бака контролируемого трансформатора превышает три метра, то на нем необходимо устанавливать три датчика частичных разрядов марки Smart-PD/2, желательно напротив высоковольтных вводов каждой фазы трансформатора.

Датчики Smart-PD/2 можно монтировать и на трансформаторах, находящихся в эксплуатации, хотя это более сложно. В качестве места для монтажа датчиков в этом случае лучше использовать крышки смотровых люков на стенке бака, через которые производится подключение и ревизия высоковольтных вводов.

Установка датчиков производится с частичным сливом масла из бака трансформатора. Заранее изготавливаются дополнительные ремонтные крышки люков, на которых монтируются датчики Smart-PD/2. После частичного слива масла и необходимой ревизии трансформатора производят замену старых крышек люков на новые, с установленными на них датчиками частичных разрядов.

Подключение датчиков Smart-PD/2 к АСУ-ТП

Датчики Smart-PD/2 легко интегрируются в любую систему мониторинга трансформатора при помощи проводного интерфейса связи RS-485. Питание для встроенной электроники датчика также берется из шкафа системы мониторинга.

Датчик Smart-PD/2 может быть подключен непосредственно к любому уровню системы АСУ-ТП энергетического предприятия. В этом случае он будет использоваться как автономный интеллектуальный датчик технического состояния изоляции силового трансформатора.

Для такого использования датчика необходима переходная коробка с блоком питания для электроники датчика, которая монтируется рядом с трансформатором. В этой же коробке подключается внешний кабель интерфейса RS-485 или, через конвертор, любого другого интерфейса.

Технические параметры датчика Smart-PD/2

Количество каналов регистрации ЧР	2
Диапазон частот, ГГц	0,45 ÷ 1,50
Амплитуда импульсов ЧР, dBm	-5 ÷ -70
Напряжение питания датчика, В	220 AC/DC
Потребляемая мощность, Вт	10
Интерфейс связи с АСУ-ТП	RS-485
Размеры датчика, В*Ш*Г, мм	185*165*140
Масса датчика, кг	3