

### УДЗ «ОВОД-Л»

Конструкция устройства обеспечивает возможность оснащать КРУ устройствами защиты непосредственно на заводе-производителе КРУ.

### СОСТАВ УДЗ

- блок управления (БУП)
- блок детектирования света и тестирования (БДСТ)
- блок дискретных входов (БДВх)
- блок дискретных выходов (БДВых)
- блок выпрямления и контроля напряжения (БВКН)
- блок питания (БП)
- волоконно-оптический датчик (ВОД)

Устройство имеет основные технические характеристики, аналогичные УДЗ «ОВОД-МД», но отличается при этом своими эксплуатационными возможностями.

### К НИМ ОТНОСЯТСЯ:

- блочная структура построения, при которой отказ любого из блоков не влияет на работоспособность других;
- возможность подключения до 126 основных блоков УДЗ (БДСТ, БДВх, БДВых) на одну шину данных без повторителей;
- установка УДЗ на DIN-линейку;
- возможность простого наращивания числа блоков при расширении секции без изменения конструкции УДЗ;
- высокая помехозащищенность за счет применения промышленной шины данных CAN;
- передача журнала событий на ПК пользователя через встроенный порт USB;
- уменьшение длины ВОД, соединительных кабелей от исполнительных органов (МТЗ, ЗМН) и соединительных кабелей к приводам выключателей.



Устройство может быть установлено в отсеке низковольтного оборудования ячейки или вынесено на дверцу данного отсека.

Устройство располагается в ячейке и может работать на выключатель этой ячейки, а также через шины управления на выключатели высших ступеней.

К устройству можно подключить до трех ВОД, например: ВОД из отсека выключателя, ВОД из отсека сборных шин и ВОД из отсека ввода/вывода. Число дискретных входов – 2, число дискретных выходов – 3.

В устройстве предусмотрена возможность формирования сигналов «Запрет АПВ» или «Запрет АВР», «Неисправность», «Срабатывание» и «Отсутствие оперативного тока».

### ООО НПП "ПРОЭЛ"

190005, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 118А, лит. Л.  
**Адрес для переписки:** 190103, Санкт-Петербург, Лермонтовский пр. 44/46, а/я 178  
**Телефон, факс:** (812) 331-50-33, 331-50-34  
**E-mail:** info@proel.spb.ru

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО  
 ДУГОВЫХ ЗАЩИТ

# Основные преимущества и эксплуатационные возможности **ОПТОВОЛОКОННЫХ ДУГОВЫХ ЗАЩИТ**



Устройства дуговых защит семейства «ОВОД» созданы на основе волоконно-оптических датчиков. В статье описаны их технические особенности, преимущества, которые они дают при эксплуатации, особенности монтажа.

ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург

С того времени, как человек отобрал у Зевса его оружие, нам постоянно приходится быть настороже рядом с этой опасной силой. Молнии мы, правда, мечем редко, но мелкие «стрелы» и «булавки» на наших предприятиях сыпятся в изобилии, особенно если изношено оборудование. Короткое замыкание и угроза пожара по-прежнему остаются главной опасностью в электрической сети, поэтому устройства, защищающие сеть от электрической дуги, будут оставаться жизненно необходимыми до тех пор, пока используется провод.

## Виды оптоэлектронных дуговых защит и их технические особенности

Наиболее перспективным способом построения устройств дуговых защит (УДЗ) с точки зрения максимального быстродействия и высокой селективности является способ, основанный на определении освещенности внутри отсеков комплектных распределительных устройств (КРУ). Фотодетектором, регистрирующим излучение дугового столба, может быть устройство на основе фототиристоров, фототранзисторов и фотодиодов.

Оптоэлектронные УДЗ условно можно разделить на две группы: с фотодетекторами, которые явля-

ются фотодатчиками и располагаются непосредственно в области возможного появления дугового разряда, и с волоконно-оптическими датчиками (ВОД) [1–3].

Устройства дуговой защиты, где в качестве фотодатчиков используются полупроводниковые приемники излучения, обрабатывают сигнал с отстройкой по длительности 10 мс. Это означает, что длительность световых импульсов от дуги менее 10 мс воспринимается как помеха. Эта мера предосторожности направлена на исключение ложных срабатываний устройства, так как активные элементы фотодатчиков и электрические провода, соединяющие их с самим устройством, размещаются в местах, подверженных наибольшему воздействию электромагнитных помех. В итоге мы получаем значительное ухудшение быстродействия УДЗ.

Световой поток от электрической дуги представляет собой последовательность импульсов с длительностью в пределах миллисекунды. Таким образом, первый тип дуговых защит реагирует на среднее значение светового потока от электрической дуги, то есть на уже образовавшуюся дугу.

Устройства дуговой защиты с волоконно-оптическими датчиками обеспечивают формирование широкой полосы про-

пускания электронного тракта (более 70 кГц), а также возможность исключить влияние низкочастотного изменения освещенности. В УДЗ «ОВОД-МД», «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ» реализованная полоса частот и чувствительность датчика (ВОД + фотодетектор) позволяет регистрировать не только дуговые, но и искровые разряды, длительность которых составляет от нескольких микросекунд до сотен микросекунд, а яркость свечения на три порядка превышает яркость дугового разряда. Эта особенность позволяет устройству максимально быстро отключить поврежденный участок от питающего напряжения (в течение 5 мс при работе без МТЗ — защиты максимального тока), в том числе в случае однофазного замыкания на землю.

На подстанции № 342-го Высоковольтного района ОАО «Ленэнерго» устройства дуговой защиты производства нашего предприятия были установлены в комплектном распределительном устройстве. Впоследствии выяснилось, что в яркий солнечный день, когда при проведении работ открывали ячейки, датчики срабатывали. Секция не отключалась, так как не было сигнала от МТЗ, но в диспетчерскую поступал отчет о том, что дат-

чик сработал (в устройстве была предусмотрена эта функция). Мощность светового потока от солнца в безоблачный день эквивалентна мощности светового потока от дугового разряда с током КЗ порядка 20 кА. При открывании дверцы со скоростью порядка 0,5 м/с время изменения светового потока на линзе датчика диаметром 10 мм составляет примерно 20 мс (50 Гц). Изношенная кабельная сеть подстанции приводила к частым коротким замыканиям на отходящих линиях. Эти замыкания подтверждала работа максимальной токовой защиты, после чего происходило отключение тока. Вероятность того, что два события (работа МТЗ при коротком замыкании на отходящей линии и срабатывание датчика от прямого солнечного света) произойдут одновременно, мала, тем не менее заказчик потребовал ликвидировать данный, по его мнению, «недостаток». Для решения этой задачи нижняя частота полосы пропускания электронного тракта УДЗ была поднята до значения порядка 200 Гц. Это исключило срабатывания УДЗ при попадании в отсеки распределительного устройства прямого солнечного света, но никоим образом не отразилось на чувствительности УДЗ «ОВОД-М» к излучению дугового разряда. Следует заметить, что нам неизвестны факты штатной работы других УДЗ, в том числе и на основе волоконно-оптических датчиков, в подобного рода ситуациях.

Важным преимуществом устройств с фотодетекторами на основе фотодиодов является тот факт, что световое излучение от дуги фиксируется в ближнем инфракрасном диапазоне. Пыль и сажа не служат препятствием для светового излучения в этом диапазоне при наличии высокой чувствительности фотоприемного тракта. Поэтому отсутствует необходимость периодически проверять датчики.

#### Эксплуатационные возможности устройств дуговых защит семейства «ОВОД»

Устройства дуговых защит «ОВОД-МД», «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ» обеспечивают автоматиче-



▲ Устройство дуговых защит «ОВОД-МД»

скую проверку работоспособности оптоэлектронного тракта, начиная от линзы датчика и кончая цепями выходных реле. С периодичностью раз в 15 секунд световой импульс от светодиода, находящегося в блоке детектирования света и тестирования, поступает в оптическое волокно кабеля датчика, отражается от линзы и по второму волокну кабеля приходит на вход фотодетектора упомянутого блока. Путь тестового сигнала от линзы до фотодетектора полностью соответствует тракту прохождения оптического сигнала от дуги.

Тестирование работоспособности оптоэлектронного тракта с помощью импульсных оптических сигналов можно проводить, перейдя в ручной режим проверки. Порог срабатывания устройства одинаков для тестового сигнала и для сигнала от дугового разряда, следовательно, не требуется имитировать световой поток с помощью вспышки. Все делается с пульта управления устройством. В «Правилах технического обслуживания устройств релейной защиты и электроавтоматики электрических сетей 0,4–35 кВ» (РД 153-34.3-35.613-00) рекомендуется проверять работу релейной защиты и автоматики на необслуживаемых подстанциях не реже одного раза в год. Поскольку для проверки работы устройств «ОВОД-МД» (а также «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ») не нужно имитировать дуговой разряд с помощью вспыш-

ки, то не приходится и отключать потребителей от электропитания. Эта особенность устройства позволяет ускорить проведение пусконаладочных работ, а кроме того, снизить затраты по эксплуатации УДЗ.

«ОВОД-МД», «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ» – это устройства радиального типа, дающие возможность быстро определить место повреждения и тем самым уменьшить затраты из-за сбоя в электроснабжении потребителей.

Каждое из устройств обеспечивает:

- ▶ формирование по заданию заказчика или проектной организации гибкой логики работы устройства с возможным проведением ее коррекции на объектах заказчика;
- ▶ наличие дополнительных сигналов «Запрет АПВ» (автоматического повтора включения) или «Запрет АВР» (автоматического включения резерва);
- ▶ формирование задержки до 1000 мс при выдаче команд на отключение;
- ▶ формирование сигнала резервного отключения вышестоящего выключателя при отказе выключателя более низкой ступени по длительности сигнала от МТЗ;
- ▶ сохранение в памяти устройства при пропадании питающего напряжения информации о текущем состоянии и последующее приведение устройства в исходное состояние после подачи питающего напряжения;

- ▶ сохранение работоспособности в течение не менее 2 секунд с момента пропадания оперативного тока;
- ▶ ввод/вывод из действия любого количества ВОД;
- ▶ автоматическую фиксацию временной диаграммы всех активированных дискретных сигналов при срабатывании датчиков, входов МТЗ и выходов отключения;
- ▶ формирование дискретных сигналов неисправности устройства, пропадания оперативного тока и общего сигнала о срабатывании дуговой защиты;
- ▶ индикацию текущего состояния устройства;
- ▶ интуитивный пользовательский интерфейс;
- ▶ ведение журнала событий;
- ▶ защиту от ложных срабатываний при освещении датчика лампой мощностью 60 Вт с расстояния не ближе 10 см при выходе из строя электрических компонентов в цепи формирования сигналов отключения;
- ▶ сохранение работоспособности при появлении сажи и пыли на линзе ВОД;
- ▶ минимум затрат при быстром и простом монтаже устройства без изменений конструкции ячеек КРУ, так как практически круговая диаграмма направленности волоконно-оптических датчиков не требует их точной ориентации при установке;
- ▶ цифровую и светодиодную индикацию рабочих состояний (обрыв ВОК, неисправность и т. д.).

Процесс развития дугового разряда определяется многими факторами: величиной тока короткого замыкания, длиной перекрытия дугового разряда, климатическими факторами (влажность), состоянием оборудования (загрязнение, старение контактов и соединений токоведущих частей) и прочим. Предугадать, перекинется ли электрическая дуга с верхних контактов выключателя на нижние или, наоборот, с нижних на верхние, невозможно. Многие за-

висит от конструкции ячеек распределительного устройства. В ячейках с воздушной изоляцией между отсеками, в местах соединения контактов выключателя с токоведущими частями ячейки велика вероятность, что вспышку от дугового разряда зарегистрируют сразу два, а то и три датчика. Ячейки с полностью изолированными отсеками (современные ячейки) и соединением токоведущих частей через проходные изоляторы позволяют датчикам точно определить место возникновения электрической дуги. Здесь практически отсутствует вероятность срабатывания сразу двух датчиков, но и в этом случае невозможно определить, где произошло дуговое короткое замыкание — на верхних или нижних контактах выключателя. Устройства семейства «ОВОД» предоставляют широкие возможности в формировании логики работы по защите распределительных устройств от дуговых КЗ. В упомянутом выше случае можно ввести задержку в выдаче команды на отключение. Например, при возникновении электрической дуги в отсеке выключателя ввода можно сформировать команду на его отключение и, с задержкой, команду на отключение вышестоящего выключателя. Если при отключении выключателя ввода дуговой разряд исчезает, то нет необходимости отключать трансформатор, от которого могут получать электроэнергию и другие потребители. Длительность задержки определяется временем отключения выключателя, временем работы МТЗ и устанавливается по заданию проектной организации или заказчика в виде ряда дискретных значений: 150 мс, 200 мс, 300 мс (или 100 мс, 150 мс, 200 мс). Таким образом, формирование логики работы зависит от типа ячеек комплектного распределительного устройства, от типа используемых в ячейках выключателей и вида исполнения МТЗ (релейная или микропроцессорная).

### Особенности монтажа УДЗ «ОВОД-М» и «ОВОД-МД»

В комплект поставки устройства входят волоконно-оптические датчики с заранее определенными длинами оптических кабелей. Эта длина зависит от места установки шкафа устройства, которое задает заказчик или проектная организация. Для определения длин оптических кабелей ВОД предприятию-изготовителю предоставляют план подстанции, где указаны размеры, место установки шкафа и трассы прокладки оптического кабеля.

Шкаф устройства «ОВОД-МД» может быть установлен в любом удобном месте: в релейном отсеке одной из ячеек, на боковой стенке крайней ячейки или на стене помещения КРУ, а устройства «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ» устанавливаются в отсеке низковольтного оборудования ячейки КРУ или КСО.

При прокладке оптического кабеля допустимое усилие натяжения — не более 200 н (20 кг), а радиус изгиба — не менее 10 мм. Радиус изгиба оптического кабеля в рабочем состоянии должен быть не менее 15 мм. Датчики устанавливаются в ячейках с помощью угольников и пластиковых стяжек. При прокладке оптических кабелей ВОД внутри высоковольтных отсеков их защита с помощью гофрированных труб не обязательна.

### Литература

1. Серeda Н. Н., Харитонов В. В. Применение фототиристоров для защиты сетей при дуговых коротких замыканиях // Материалы семинара «Новые комплектные электротехнические устройства». М.: Московский дом науч.-техн. пропаганды, 1990. С. 53–57.
2. Нагай В. И., Сары С. В., Котлов М. М. и др. Оптико-электрическая дуговая защита КРУН 6–10 кВ // Энергетик. 2000. № 8. С. 38–39.
3. Григорьев В. А., Милохин В. Е., Палей Э. Л. Волоконно-оптическая дуговая защита ячеек КРУ 6–10 кВ // Энергетик. 2002. № 2. С. 23–24.

Б. В. Михайлов, Генеральный директор,  
 В. Е. Милохин, технический директор,  
 В. А. Григорьев, директор по науке,  
 А. В. Рожков, главный инженер,  
 ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург,  
 тел.: (812) 331-5033,  
 e-mail: info@proel.spb.ru,  
 www.proel.spb.ru.