



## Разработка и производство дуговых защит

Научно-производственное предприятие «ПРОЭЛ» уже более 20 лет успешно работает в области исследований, разработки и производства оптоэлектроники и волоконной оптики.

Приоритетное направление деятельности фирмы касается устройств дуговой защиты ячеек комплектных распределительных устройств электрических подстанций 0,4-35 кВ. УДЗ семейства «ОВОД» – современные устройства релейной защиты и автоматики, сочетающие последние достижения волоконной оптики и микропроцессорной техники.

[www.proel.spb.ru](http://www.proel.spb.ru)

### ПРОДУКЦИЯ:

#### **УДЗ «ОВОД-МД»**

Устройство дуговой защиты радиального типа на основе волоконно-оптических датчиков

#### **УДЗ «ОВОД-Л»**

Устройство дуговой защиты с блочной структурой на основе волоконно-оптических датчиков

#### **УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ»**

Устройство дуговой защиты радиального типа на основе волоконно-оптических датчиков

#### **Оптический тестер**

Оптический тестер для проверки на наличие обрыва волоконно-оптических датчиков устройств дуговой защиты

### УСЛУГИ:

- разработка проектов по применению устройств во вновь проектируемых и существующих энергообъектах;
- монтаж, шефмонтаж и пусконаладка на объектах заказчика;
- обучение персонала;
- разработка нестандартной продукции;
- гарантийное и послегарантийное обслуживание.

**Современный уровень технической оснащённости предприятия, большой опыт работы в оборонном комплексе и высокая квалификация специалистов определяют высокое качество и надёжность продукции ООО НПП «ПРОЭЛ».**



ООО НПП «ПРОЭЛ»

190005, г. Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, д. 118а, лит. «Л»

тел./факс: +7 (812) 331 5033  
e-mail: [info@proel.spb.ru](mailto:info@proel.spb.ru), [proel-2001@mail.ru](mailto:proel-2001@mail.ru)  
[www.proel.spb.ru](http://www.proel.spb.ru)

# Устройства дуговой защиты

## от НПП «ПРОЭЛ»



Персонал и оборудование электрических подстанций должны быть защищены от последствий дугового разряда. В статье приводится краткий технический обзор эксплуатационных возможностей устройств дуговой защиты производства ООО НПП «ПРОЭЛ», предназначенных для выполнения этой задачи. В основу работы устройств положен принцип регистрации резкого изменения освещенности в зоне возможного появления дугового разряда с помощью оптоволоконных датчиков точечного и петлевого типов. Представлены три семейства устройств дуговой защиты – «ОВОД-МД», «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ» с различной архитектурой построения.

ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург

В настоящее время самым действенным видом защиты персонала и оборудования от последствий дугового разряда является дуговая защита, основанная на регистрации оптического излучения электрической дуги. Устройства дуговой защиты (УДЗ), построенные по принципу определения освещенности внутри отсеков ячеек комплектных распределительных устройств (КРУ), считаются наиболее эффективным решением.

### Принцип работы УДЗ

В зоне возможного появления дугового разряда установлен датчик светового потока. При возникновении аварийной ситуации он мгновенно реагирует на вспышку и передает сигнал на анализирующее устройство, которое оценивает уровень опасности и в случае превышения заданного порога освещенности генерирует команду на размыкание цепи.

Для работы устройства дуговой защиты применяются фотодетекторы, изготовленные на основе кремниевых фотодиодов с широким спектральным диапазоном (от 0,4 до 1,1 мкм), который позволяет в максимальной степени справиться с задачей выявления дугового разряда. Кремниевый фотодиод обеспечивает наиболее высокую чувствительность к длинам волн в ближней инфракрасной области, благодаря

чему уменьшаются требования к чистоте поверхности световых датчиков. Таким образом, не приходится производить дополнительную очистку регистрирующих датчиков в течение всего срока эксплуатации, и это еще одно неоспоримое преимущество применения кремниевых фотодиодов в УДЗ.

Высокий уровень защиты от электромагнитных помех гарантируется благодаря применению волоконно-оптической технологии, которая снижает вероятность ложного срабатывания дуговой защиты по сравнению с решениями, использующими полупроводниковые элементы – фототристоры, фотодиоды, матрицы ПЗС и прочие – в составе датчиков, расположенных непосредственно в контролируемой зоне. Рядом с токоведущими элементами устанавливается волоконно-оптический датчик, изготовленный из диэлектрических материалов – полимеров и кварцевого стекла.

Дуговая защита дает возможность определить место возникновения разряда с высокой точностью, что позволяет произвести точечное отключение части распределительного устройства, в которой произошло короткое замыкание. Чтобы реализовать точечное отключение, в каждый оптически изолированный отсек ячейки распределительного устройства устанавливается волоконно-оптический датчик,

контролирующий весь объем охраняемого отсека.

Для повышения надежности работы УДЗ используются данные от двух входных сигналов:

- ▶ светового, идущего от дугового разряда;
- ▶ электрического, оповещающего о наличии тока короткого замыкания.

Дублированный подход сводит к абсолютному минимуму вероятность ложного срабатывания и одновременно позволяет реализовать алгоритм выборочного отключения проблемной зоны, благодаря которому все остальные ячейки сохраняются в рабочем состоянии.

### Волоконно-оптические датчики

В УДЗ НПП «ПРОЭЛ» для регистрации дугового разряда применяются оптоволоконные датчики двух типов: точечные и петлевые.

**Точечный волоконно-оптический датчик (ВОД)** представляет собой приемник оптического излучения с объективом, через который световое излучение вводится из окружающего пространства в оптоволоконный кабель (рис. 1). По оптоволоконному световой поток распространяется до фотоприемника, который также находится в устройстве. Элементы, используемые в точечных волоконно-оптических датчиках, относятся к диэлектрикам,



Рис. 1. Точечный волоконно-оптический датчик: а – внешний вид; б – диаграмма направленности

то есть они нечувствительны к электромагнитным полям (наводкам), чем обусловлено их широкое применение в подобных системах. ВОД служат для регистрации дугового разряда в оптически изолированных отсеках ячеек КРУ, КРУН, КСО, а также могут использоваться для регистрации дугового разряда в отсеках сборных шин без проходных изоляторов.

Линза объектива имеет угол захвата, близкий к 5 стерадианам, то есть обеспечивает практически круговую диаграмму направленности. Такая конструкция позволяет контролировать замкнутый объем ячейки, благодаря чему отсутствует необходимость ориентировать ВОД на место возможного появления дугового разряда. Кабель оконцован коннекторами для подключения к модулю оптоэлектронного преобразования устройства дуговой защиты.

У волоконно-оптического датчика петлевого (ВОДП) чувствительным элементом является вся боковая поверхность волоконно-оптического кабеля (рис. 2). Свет от дугового разряда проникает через внешнюю оболочку кабеля и попадает в сердцевину волокна, по которому распространяется к фотоприемнику, расположенному в устройстве дуговой защиты.

#### Три семейства УДЗ компании «ПРОЭЛ»

ООО НПП «ПРОЭЛ» предлагает три семейства устройств дуговой защиты, отличающихся друг от друга архитектурой построения, – «ОВОД-МД», «ОВОД-Л» и «ПРОЭЛ-МИНИ». Каждое из семейств содержит модификации, различающиеся в первую очередь способом установки, благодаря чему можно выбрать оптимальный вариант

для конкретного проекта. При этом основные технические характеристики, чувствительность и время срабатывания одинаковы у всех устройств. Чувствительность датчиков точечного типа – не хуже  $0,5 \text{ мВт/см}^2$ , датчиков петлевого типа – не хуже 10000 люкс. Собственное время срабатывания устройств составляет 9,0 мс. Эти характеристики позволяют вовремя обнаружить высоковольтный дуговой разряд и нейтрализовать его действие: анализирующее устройство выдает команду на отключение высоковольтных выключателей, и участок электрической цепи, на котором возник дуговой разряд, обесточивается.

Подробнее функциональность и конструктивные особенности устройств дуговой защиты каждого семейства будут рассмотрены ниже.

#### УДЗ «ОВОД-МД»

В семейство устройств «ОВОД-МД» входят несколько модификаций для установки в отдельном малогабаритном шкафу (рис. 3) и в виде модуля для установки в отсеке низковольтного

оборудования ячейки или в шкафу с клеммными зажимами. Общий элемент семейства – блочный каркас с электронными модулями, к которым подключается выносной блок управления и разъемы интерфейсов связи. «ОВОД-МД» способен непрерывно работать в неотапливаемых помещениях как с ВОД, так и с ВОДП и обладает высокой селективностью благодаря радиальному принципу построения. Система ведет журналы срабатываний и неисправностей с привязкой к энергонезависимым часам реального времени, эти данные передаются на ПК через встроенный USB-порт. Осуществляется непрерывный автоматический контроль работоспособности датчиков, предусмотрена защита от ложных срабатываний при освещении лампой накаливания. Можно программировать и изменять логику работы выходных реле в соответствии с требованиями заказчиков.

В модуле оптоэлектронного преобразования (в документации он носит название «блок детектирования света и тестирования» – БДСТ) свето-



Рис. 2. Петлевой волоконно-оптический датчик



Рис. 3. УДЗ «ОВОД-МД-А/Б»: блочный каркас с контроллером и различными функциональными модулями, установленный в малогабаритном шкафу

вой сигнал преобразуется в электрический аналоговый сигнал. Микроконтроллер БДСТ преобразует аналоговый сигнал в цифровой, фильтрует его и сравнивает с порогом срабатывания. Если порог превышен, формируется команда для дальнейших действий. Данные о регистрации дуги передаются по CAN-шине блокам дискретных выходов и входов. В алгоритм работы могут быть введены сигналы от шести дискретных входов. В совокупности такой подход позволяет формировать гибкую логику работы устройства.

Емкость журнала неисправностей составляет 500 событий. Получить данные можно как через меню блока управления, так и с компьютера через порт USB. Органы управления и индикации расположены на блоке управления. Светодиодные индикаторы информируют о состоянии устройства, клавиатура позволяет оператору воспользоваться меню.

«ОВОД-МД-А/Б» (рис. 3) — это компактное устройство, к которому можно подключить до 48 датчиков. Оно содержит 25 выходных реле, 6 дискретных входов, а кроме того, имеет дополнительный клеммный шкаф для подключения внешних электрических цепей («ОВОД-МД-Б»). УДЗ «ОВОД-МД-А» представляет собой навесной шкаф одностороннего обслуживания с дверцей. Внутри смонтирован блочный каркас, в котором установлены электронные блоки. На двери располо-

жен блок управления, подключенный к блоку дискретных входов соединительным кабелем, органы управления и индикации. На нижней панели шкафа находятся 10 кабельных вводов типа PG-21 и шпилька М6 для подключения заземления.

УДЗ «ОВОД-МД-В/Г» устанавливается в отсек низковольтного оборудования и поддерживает подключение до 88 датчиков. Подключение внешних электрических цепей в устройстве от схем РЗА выполняется с помощью электрических проводов сечением до 2,5 мм<sup>2</sup> к разъемам, расположенным на блоках входов, выходов и блоке питания. Блочный каркас изготовлен из анодированного алюминия.

УДЗ «ОВОД-МД-Д» выполнено в навесном шкафу и имеет широкий набор опций для различных условий применения. Поддерживает подключение до 88 датчиков и содержит до

25 выходных реле, оснащен 6 дискретными входами и автоматическим выключателем в цепи питания.

Внутри навесного шкафа установлены: блочный каркас с модулями дуговой защиты, наборные клеммы с пружинными контактами. УДЗ «ОВОД-МД-Д» может быть оснащено автоматическим выключателем в цепи питания и комплектом антиконденсатного обогрева. Блок управления вынесен на дверь и соединен кабелем с блоком входов, здесь же расположены органы управления и индикации. На нижней панели шкафа находятся кабельные вводы.

УДЗ «ОВОД-МД-Е» выполнено в навесном шкафу одностороннего обслуживания и поддерживает подключение до 88 датчиков точечного или петлевого типа. Входные и выходные сигналы дуговой защиты снимаются и подаются на преобразователь дискретных сигналов по Ethernet. Внешние устройства с помощью GOOSE-сообщений могут формировать сигналы о наличии тока короткого замыкания, которые преобразователь трансформирует в физические сигналы посредством своих выходных реле.

#### УДЗ «ОВОД-Л»

Устройства дуговой защиты данного семейства предусматривают большое количество датчиков, дискретных входов и выходов, ограничиваемое лишь количеством блоков (110 шт.). Такое УДЗ представляет собой совокупность функциональных блоков (рис. 4), объединенных шиной цифровой связи CAN для обмена сигналами срабатывания датчика, состояния дискретного входа и т. п. Блоки расположены в отсеках низковольтного оборудования ячеек. При этом датчики, регистрирующие дуговой разряд в одной ячейке, подключаются к блокам,



Рис. 4. УДЗ «ОВОД-Л»

размещенным в той же ячейке. Группы блоков (или одиночные блоки), которые находятся в соседних ячейках, соединены электрическим кабелем, через который проходят сигналы цифровой последовательной связи и напряжение питания блоков устройства.

Оператор взаимодействует с УДЗ через меню. Информация о сработавшем датчике содержит номер ячейки и название отсека, в котором датчик расположен, что повышает удобство использования.

УДЗ «ОВОД-Л» выполняет множество функций, перечислим только основные:

- ▶ полный автоматический контроль работоспособности оптоэлектронного тракта (ВОД, блоков и электрического кабеля линии связи);

- ▶ выдача команд на отключение выключателей трех ступеней силовых электрических цепей (1-я ступень — выключатель высокого напряжения; 2-я ступень — выключатель ввода или секционный выключатель; 3-я ступень — выключатель отходящей линии);

- ▶ определение места возникновения электрической дуги (номер и отсек ячейки);

- ▶ формирование сигналов запрета АПВ и запрета АВР.

Модификация УДЗ «ОВОД-Л-НС» используется в качестве регистратора дугового разряда совместно с микропроцессорным терминалом РЗА и допускает подключение датчиков как точечного, так и петлевого типа. Данное решение предназначено для защиты шкафов КРУ электрических подстанций 0,4–35 кВ совместно с микропроцессорным терминалом РЗА. При



Рис. 5. УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ» на DIN-рейке

обнаружении разряда срабатывает выходящее реле. УДЗ «ОВОД-Л-НС» можно настроить на работу в импульсном режиме, при котором после замыкания контакты реле разомкнутся через заданный период времени. Также есть возможность настроить его на работу с фиксацией, то есть после срабатывания контакты будут замкнуты до снятия питания.

#### Семейство УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ»

Данное семейство содержит компактное УДЗ (рис. 5), разработанное для защиты одной ячейки распределительного устройства и поддерживающее подключение до 4 датчиков. Обмен данными осуществляется по интерфейсу RS-485 под управлением протокола Modbus RTU. УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ» служит для защиты комплектных рас-

пределительных устройств электрических подстанций 0,4–35 кВ от коротких замыканий, сопровождающихся открытой электрической дугой. Для организации схемы работы устройства по двум сигналам (сигнал от ВОД и сигнал о наличии короткого замыкания) предусмотрено два дискретных входа. При наличии CAN-порта (опция) УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ» можно использовать как модуль для расширения устройств дуговой защиты «ОВОД-МД» или «ОВОД-Л».

В. Е. Милохин, технический директор,  
Б. В. Михайлов, генеральный директор,  
ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург,  
тел.: +7 (812) 331-5033,  
e-mail: info@proel.spb.ru,  
сайт: www.proel.spb.ru



Яндекс Новости

Все новости и статьи в ленте Яндекса