

Дуговая защита

Микропроцессорные устройства дуговой защиты (УДЗ) стали частью системы РЗА на электрических подстанциях относительно недавно – с тех пор как в широкий обиход вошла электроника и появилась возможность реализовать защиту от коротких замыканий с помощью автоматизации. Тем не менее за минувшие десятилетия УДЗ прошли немалый эволюционный путь. Сегодня наиболее популярной является оптико-электронная дуговая защита, которая отличается высоким быстродействием, способна фиксировать КЗ в условиях загрязнений, обеспечивает более безопасную эксплуатацию распределительных устройств и т. д. И все же УДЗ на базе волоконно-оптических датчиков могут иметь разные исполнения, которые влияют на их характеристики. Мы обратились к генеральному директору ООО НПП «ПРОЭЛ» [Антону Викторовичу Рожкову](#) и попросили его рассказать о преимуществах волоконно-оптической технологии, о важности таких параметров, как скорость срабатывания и чувствительность, а также о характеристиках УДЗ линейки «ОВОД».

ЦИТАТА: В наших УДЗ «ОВОД» применяются датчики с кварцевым, а не пластиковым волокном – это главное отличие.

Компания «ПРОЭЛ» уже более 30 лет работает в сфере дуговой защиты. Какие ключевые изменения произошли в этой области за последние годы?

За это время значительно выросли требования к безопасности и быстродействию устройств дуговой защиты (УДЗ). Все когда-то начиналось с клапанных датчиков, которые реагировали на тепло электрической дуги, а не на свет, но у них очень низкая чувствительность и скорость срабатывания. Потом стали применять оптические датчики: регистрирующие излучение дугового столба фотодетекторы на основе полупроводниковых приборов. Однако у таких устройств был высокий процент ложных срабатываний.

Еще позже появилась дуговая защита, построенная на основе волоконно-оптических технологий, которые обеспечивают низкий уровень ложных срабатываний и высокое быстродействие. Кстати, «ПРОЭЛ» стал первой компанией в России, разработавшей такие УДЗ.

Сегодня в области построения оптико-электронных дуговых защит существует два разных подхода. В первом случае используются оптические датчики на основе кремниевого фотодиода, которые подключаются к измерительному органу электрическими линиями связи. Во втором – оптическое волокно, которое совместно с линзой является элементом, собирающим оп-

тическое излучение от электрической дуги и передающим это излучение до фотодетектора, преобразующего оптическое излучение в электрический сигнал. Второе направление – дуговая защита на базе волоконно-оптических датчиков (ВОД) – развивается гораздо активнее.

Почему волоконно-оптические технологии предпочтительнее для дуговой защиты?

Дело в том, что в устройствах на основе кремниевого фотодиода, как я уже сказал, для подключения оптических датчиков к самому микропроцессорному блоку УДЗ используются электрические линии связи. И фото-

датчики, и электрические провода размещены в местах, подверженных воздействию электромагнитных помех. Поэтому для таких датчиков приходится предусматривать защиту от ложных срабатываний: они обрабатывают сигналы с отстройкой по длительности примерно 8 мс, а более короткие световые импульсы воспринимают как помехи. С точки зрения быстродействия это плохо. Зато УДЗ такого типа имеют высокую чувствительность, поэтому до сих пор защищают ячейки распределительных устройств.

А вот у устройств с волоконно-оптическими датчиками в местах с наибольшим воздействием электромагнитных помех размещаются пассивные компоненты ВОД (линзы, волокна оптического кабеля), поэтому помехи не приводят к ложным срабатываниям. Сегодня эту технологию применяют многие российские разработчики. Она реализована в УДЗ «ОВОД» (ООО НПП «ПРОЭЛ»), «Дуга-О» (ООО «НТЦ «Механотроника»), «Орион-ЗДЗ» (АО «РАДИУС Автоматика»), БДЗ-01,02,03 (ГК «ЧЭАЗ»), «Лайм» (ООО «НПП Микропроцес-

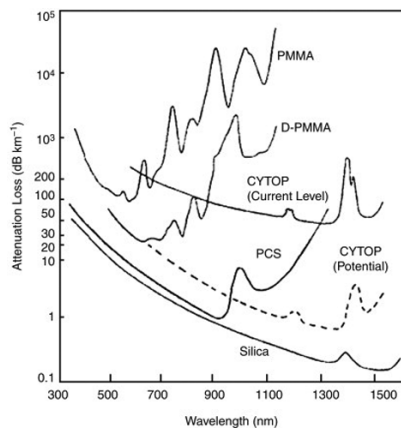


Рис. 1. Спектральные характеристики пластиковых и кварцевых оптических волокон

сорные технологии), «Радуга-ПСМ» (ООО «Терма-Энерго»), «Юнит-ДЗ» (ООО «Юнител Инжиниринг»), ФВИП (ФГУП «ВНИИА»), БССДЗ (АО «Промэлектроника»).

В чем принципиальное отличие ваших устройств от аналогов?

В наших УДЗ «ОВОД» применяются датчики с кварцевым, а не пластиковым волокном — это главное

отличие. В принципе все волоконно-оптические датчики построены с использованием оптических волокон одного из двух типов — пластиковых или кварцевых, которые различаются спектральными характеристиками.

Посмотрите на график (рис. 1). Полимерное оптическое волокно (на графике — РММА) характеризуется высокими оптическими потерями — затуханием светового сигнала при распространении по волокну. ВОД на его основе фиксируют световой поток только в видимом диапазоне и имеют небольшую длину волны. Затухание 0,2 дБ/м в видимом диапазоне увеличивается до 10 дБ/м в инфракрасном диапазоне.

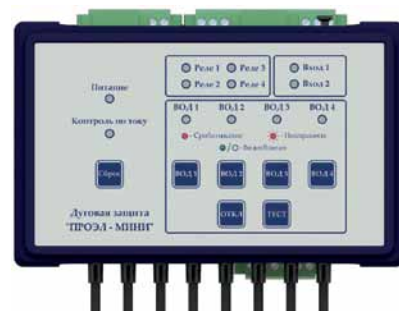
Кроме этого недостатка, полимерное волокно имеет еще один: склонность к старению. Со временем чувствительность такого устройства дуговой защиты начнет ухудшаться, и никакими ускоренными методами испытаний не определить, насколько быстро это произойдет. Производители волоконно-оптических кабелей на основе пластикового волокна никогда не приводят срока их службы.



а



б



в

Рис. 2. Устройства дуговой защиты компании «ПРОЭЛ»: а — «ОВОД-МД»; б — «ОВОД-Л»; в — «ПРОЭЛ-МИНИ»

А теперь посмотрите на графике на кварц-полимерное (PCS) и кварцевое (Silica) волокна. Они имеют низкие оптические потери (8–10 дБ/км и 1–3 дБ/км соответственно), фиксируют световую вспышку в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне и могут иметь длину от десятков до нескольких сотен метров. Кроме того, кабели с кварцевым волокном имеют высокие характеристики на натяжение и изгиб при монтаже ВОД. Производители таких кабелей заявляют срок службы 40–45 лет.

Как велась работа над устройствами дуговой защиты «ОВОД»?

В конце 1999 года специалисты тогда еще ЗАО «ПРОЭЛ» (бывшие работники СКБ «Свет» в НПО «Дальняя связь») начали разработку первой в России дуговой защиты на основе волоконно-оптических датчиков по ТЗ Высоковольтной сети АО «Ленэнерго». К дуговой защите выдвигались три основных требования: высокая чувствительность, высокое быстродействие и контроль целостности оптического волокна.

В качестве оптического волокна для ВОД разработчики выбрали объектовый кварцевый двухволоконный оптический кабель с диаметром сердцевины 62,5 мкм. В результате были обеспечены чувствительность 500 люкс, собственное быстродействие 2,5 мс и контроль целостности оптического волокна. Новые устройства были запущены в серийное производство после одной доработки: по требованию комиссии АО «Ленэнерго» по-

лупроводниковые выходные реле были заменены на электромеханические.

Уже более 20 лет УДЗ семейства «ОВОД» находятся в эксплуатации, и за это время волоконно-оптические датчики показали свою надежность. Если требуется заменить отслужившее УДЗ, то меняется само устройство, а установленные ВОД остаются в эксплуатации.

Какие модели входят в вашу линейку УДЗ «ОВОД»?

Пока ООО НПП «ПРОЭЛ» является единственным предприятием, которое выпускает всю линейку устройств дуговой защиты: централизованные «ОВОД-МД», распределенные «ОВОД-Л» и УДЗ «ПРОЭЛ-МИНИ» для одной ячейки (рис. 2).

Эти УДЗ различаются способом установки, но чувствительность и время срабатывания у них одинаковы. Для них применяются ВОД точечного и петлевого типа. Точечный датчик воспринимает свет через объектив, а у датчика петлевого типа чувствительна вся поверхность. Так вот: чувствительность датчиков точечного типа не хуже 0,5 мВт/см², датчиков петлевого типа — 10000 люкс. Собственное время срабатывания устройств составляет 9,0 мс (для моделей с электромеханическими реле) или 0,8 мс (для моделей с твердотельными реле).

Насколько критична скорость срабатывания УДЗ? Некоторые производители хвастаются быстродействием 0,8 мс, а вы указываете 9 мс. Почему такая разница?

Скорость срабатывания важна, но не менее важна чувствительность дуговой защиты. Устройства с полимерным оптическим волокном имеют малое время срабатывания, но их чувствительность может быть на порядок хуже. Для срабатывания им нужен ток КЗ от 200 А. При этом, по статистике, из всех случаев короткого замыкания наибольший процент приходится на долю однофазных замыканий на землю: приблизительно 85%. В сетях с изолированной нейтралью токи при таких КЗ малы (20–50 А), и большинство УДЗ их просто не видят. Они видят двухфазные и трехфазные замыкания, на долю которых вместе приходится 15% от всех КЗ. Некоторые изготовители дуговых защит даже не указывают чувствительность своих устройств в люксах. Если они будут ее приводить, то мало кто будет покупать их продукцию.

Конечно, 60–70% однофазных замыканий кратковременны. Но когда УДЗ их фиксирует, можно принять профилактические меры и в дальнейшем избежать аварии.

Беседовали: С. В. Бодрышев,
главный редактор журнала «ИСУП»;



А. В. Рожков, генеральный директор,
ООО НПП «ПРОЭЛ», г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 331-5033,
e-mail: info@proel.spb.ru,
сайт: proel.spb.ru

14
-
16
МАЯ
АРЕНА
«ЕРОФЕЙ»

выставка

АВТОМАТИЗАЦИЯ
Безопасность
СВЯЗЬ

2026

Хабаровск

dv.energetika-restec.ru