

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ БЛОКОВ ЗАЩИТ С СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

В. В. Судибор

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Беларусь»

Научные руководители: Л. И. Евминов, Т. В. Алферова

Релейная защита энергетических объектов занимает важное место в иерархии нового «электронного» мира. Вот уже более сотни лет электрические сети и системы защищают от аварийных режимов электромеханические реле защиты, отлично справляясь с возложенными на них обязанностями. За многие десятилетия конструкции электромеханических реле достигли совершенства и среди них появились настоящие шедевры, например реле дистанционной защиты типа LZ31 компании АВВ. Однако прогресс в развитии электромеханических реле был полностью остановлен 30–35 лет тому назад в связи с тем, что все усилия разработчиков были направлены на создание электронных, а затем и микропроцессорных устройств релейной защиты (МУРЗ).

По данным, полученным в «Бобруйских электрических сетях», в 2001 г. количество микроэлектронных и микропроцессорных устройств составляло 1,2 %, а распределение электромеханических устройств по срокам эксплуатации (рис. 1) выглядело следующим образом:

- 15 % – в пределах нормативного срока службы (до 12 лет);
- 50 % – в пределах условного срока службы надежной работы (от 12 до 25 лет);
- 34 % – со сроком службы свыше 25 лет, причем 10 % из них со сроком службы более 35 лет.

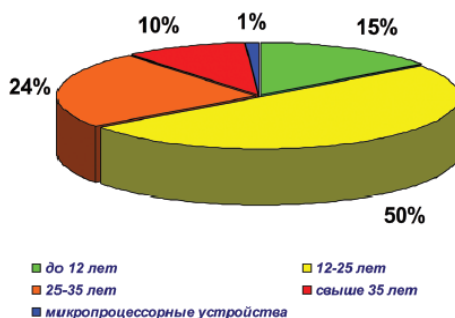


Рис. 1. Распределение электромеханических устройств по срокам эксплуатации

На сегодняшний день в «Бобруйских электрических сетях» требует замены следующее количество электромеханических устройств (см. таблицу).

Количество электромеханических устройств, подлежащих замене

Класс напряжения	Общее количество	Замена
10 (6) кВ	307	250
35 кВ	113	81
110 кВ	49	24
220 кВ	6	6

Вопрос о замене устройств, выработавших свой ресурс, обостряется с каждым годом. Планируемая же полная замена традиционной РЗА на современную микропроцессорную является длительным процессом. Оценка темпов реализации программ показывает, что переход от электромеханической РЗА к цифровой затянется на 25–30 лет. Кроме того, ускоренный переход на цифровые РЗА, вызывает дополнительные проблемы.

Так, например, оптимистические ожидания по качеству работы микропроцессорной РЗА оказались завышенными. 20-летний опыт работы микропроцессорных устройств РЗА в других странах показал, что процент их повреждений и случаев неправильной работы значительно выше, чем аналогичные показатели устройств РЗА на электромеханической базе, несмотря на значительный износ. Этот вывод подтверждается опытом работы микропроцессорной РЗА в странах Европы и Японии.

Поэтому нельзя не отметить, что за последние 8–10 лет процент ошибочных действий РЗА вырос в 5 раз (от 0,3 до 1,2–1,5%), причем значительная часть этих ошибок возникла по причине старения релейной аппаратуры.

Широкое применение микропроцессорных устройств РЗА на строящихся энергообъектах и при техническом перевооружении устройств РЗА в энергетике, безусловно, оправдано неоспоримыми преимуществами цифровых устройств над электромеханическими. Однако наличие требований к электромагнитной совместимости микропроцессорных устройств оставляет уязвимым место в защите энергообъекта при электромагнитных помехах сверх допустимых по ГОСТ. Например, применение цифровых устройств на старых подстанциях затруднено по причине ухудшенной электромагнитной обстановки подстанции, а именно:

- из-за значительных перенапряжений во вторичных цепях, возникающих во время коммутации основного оборудования или при грозовых импульсах в первичных цепях;

- из-за несоответствия проектных требований в части выполнения систем заземления и защиты от электромагнитных возмущений.

Из проведенного анализа эксплуатации МУРЗ филиала «Бобруйские электросети» следует, что применяемые микропроцессорные блоки представлены разнообразными фирмами-производителями (БЭМН, БЭРН, Micom, Siemens, GE и др.). Общее количество микропроцессорных устройств в Бобруйском районе насчитывает порядка 797 шт. За время эксплуатации основными неисправностями МУРЗ на объектах РУП «Могилевэнерго» филиала «Бобруйские электросети» являются: выход из строя модема системной платы, повреждение выпрямительного моста VD и силовых транзисторов, повреждение системных плат, пробой варисторов на платах выходных дискретных сигналов. Данные неисправности были получены в результате грозовых разрядов и однофазных коротких замыканий в сетях 10 (6) кВ.

Проблема электромагнитной совместимости электронной аппаратуры (ЭМС) возникла вместе с самой этой аппаратурой, поскольку одни ее узлы функционально построены таким образом, что являются приемниками электромагнитного излучения, тогда как другие – источниками излучения. Проблемы возникали как из-за взаимного влияния одних узлов на другие внутри аппаратуры, так и при воздействии на электронную аппаратуру внешних излучений различного происхождения. Десятилетиями проблемы ЭМС были прерогативой специалистов в области электроники, радиотехники и связи [1].

Современные МУРЗ оказались весьма чувствительны к электромагнитным помехам, поступающим «из воздуха», по цепям оперативного тока, цепям напряжения и от трансформаторов тока.

Степень повреждения зависит от устойчивости как каждого из компонентов схемы, так и от энергии мощной помехи в целом, которая может быть поглощена схемой без появления дефекта или отказа.

Стойкость микросхем к перенапряжениям на несколько порядков ниже, чем стойкость электромагнитного реле [2]. Импульсные перенапряжения, возникающие при разрядах молний и при коммутации в силовых электроустановках, способны повреждать и разрушать как электронные устройства, так и целые системы.

Многолетняя статистика подтверждает, что число таких повреждений удваивается каждые три-четыре года [3].

Грозовые разряды являются самым мощным источником импульсных воздействий на аппаратуру электростанций и подстанций. Напряжение молнии может составлять до ста миллионов вольт. В нормах строительства громоотводов принимают обычно ток молнии до 200 тысяч ампер при длительности порядка 1 мс, хотя практически ток молнии редко превышает 20–30 кА. Температура канала при главном разряде может превышать 25000 °С.

В условиях подстанции «Мирадино – 330 кВ» РУП «Могилевэнерго» рекомендуются следующие мероприятия и технические решения по электрической совместимости МУРЗ и присоединений к ним

1. Расчет заземляющего устройства.

В результате расчета ЗУ получены следующие результаты:

- сопротивление ЗУ с учетом естественных заземлителей – 0,23 Ом;
- максимальный потенциал на ЗУ (при ОКЗ в ОРУ 110 кВ) – не более 4,9 кВ;
- максимальное напряжение прикосновения на рабочих местах – 60,8 В;
- максимальное напряжение прикосновения на остальной территории – 304,1 В.

2. Расчет уровня коммутационных воздействий на вторичные цепи.

Предусматриваем мероприятия по снижению уровня помех до расчетного допустимого уровня (1,5 кВ импульсного напряжения между жилой кабеля и корпусом панели и 10 кВ потенциал ЗУ при высокочастотном токе ОКЗ, в месте установки клеммного ящика рассчитываемого оборудования). Выбор защитных мероприятий выполняется по результатам расчета уровня помех.

3. Защита от электромагнитных помех и импульсных перенапряжений в цепях питания.

Для защиты цепей постоянного тока от импульсных перенапряжений на каждой секции шин постоянного тока необходимо установить устройства ограничения импульсных перенапряжений класса II с номинальным напряжением 220 В.

4. Защита вторичных цепей от грозовых воздействий.

Выполняется заземление портала с установленным на нем молниеотводом и установка лотков кабельных каналов на изолирующие прокладки.

5. Расчет термической стойкости экранов кабелей вторичных цепей.

Целью данного расчета является определение величин токов, протекающих по экранам кабелей вторичных цепей в режиме ОКЗ на территории ОРУ. При заземлении экранов кабелей вторичных цепей с двух сторон в режиме ОКЗ на территории ОРУ по ним будет протекать часть тока повреждения, что может вызвать термическое разрушение их изоляции. Поэтому необходимо проверять экраны кабелей вторичных цепей на термическую стойкость.

Из результатов расчетов следует, что экраны кабелей вторичных цепей необходимо заземлять с одной стороны, при этом:

- экран кабеля от трансформатора тока до шкафа зажимов заземлять в шкафу зажимов;

– экран кабеля от шкафа зажимов до ОПУ заземлять в ОПУ на зажимы защитного заземления шкафов (панелей).

Дополнительные мероприятия включают в себя:

– прокладка непосредственно вблизи кабелей экранирующих проводников (изолированных или без изоляции, заземленных по концам);

– установка на входах устройств АСТУ фильтров и ограничителей импульсных перенапряжений.

Л и т е р а т у р а

1. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы / В. И. Гуревич. – М. : Инфра-Инженерия, 2011. – 336 с.
2. Правосудов. Trabtech-технология для защиты электрооборудования от импульсных перенапряжений / Правосудов // Компоненты и технологии. – 2003. – № 6.
3. Moore, G. E. Cramming more components onto integrated cir- “Electronics”, Vol. 38. № 8, 1965.