*Савкина Надежда Владимировна, студент*

*Руководитель Шагурина Елена Сергеевна, к.т.н.*

*ИГЭУ г. Иваново*

**АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫИ АВТОМАТИКИ**

ВЕДЕНИЕ

Планируемая полная замена традиционной РЗА на современную микропроцессорную является длительным процессом. Оценка темпов реализации инвестиционных программ показывает, что при существующих темпах обновления активов сетевых компаний переход от электромеханической РЗА к цифровой затянется на 15 – 20 лет.

Известно, что в настоящее время в энергосистемах России в эксплуатации находится более 1,5 млн. устройств РЗА, из которых около 90% выполнено на электромеханической базе.

Тем не менее, несмотря на быстрый рост числа электромеханических комплектов РЗА с превышенным сроком службы, удельный поток отказов значительно более «свежих» цифровых защит существенно превышает поток отказов электромеханических защит.

1. АНАЛИЗ ПРИЧИН ОТКАЗОВ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И МЕРЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ОТКАЗОВ
   1. *Причины отказов микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики*

Среди наиболее существенных факторов снижения надежности микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики отмечаются следующие:

* ошибки при проектировании и наладке (в том числе сложность расчета полного перечня требующихся для устройств уставок);
* конструктивные (включая программные) недостатки;
* отсутствие унификации алгоритмов и интерфейсов;
* сложность эксплуатации и, соответственно, повышенный процент ошибок персонала;
* низкое (у некоторых фирм) технологическое качество;
* низкое качество компонентов;
* естественный срок службы суммы применяемых технологий (многослойные печатные платы, микропроцессоры, элементы блока питания, электронные узлы, работающие с оперативным напряжением и т.п.).

Основной комплексный фактор снижения надежности цифровых защит – быстрый темп внедрения, следствием которого является и низкое качество проектов, и ошибки монтажников и наладчиков, отставание подготовки персонала и, в конечном счете, повышенный уровень отказов на начальном этапе.

* 1. *Причины отказов электромеханических устройств релейной защиты и автоматики*

Для электромеханических защит основными причинами отказов являются совершенно другие факторы:

* в конструкции электромеханических устройств отсутствует контроль исправности большинства элементов схемы (исключение составляют цепи отключения и включения выключателей, цепи переменного тока и напряжения и оперативного тока), поэтому возникшая в схеме неисправность не обнаруживается до факта отказа или ложной работы;
* электромеханические защиты ремонтируются персоналом эксплуатации в условиях дефицита времени (послеаварийная проверка или ограниченный режимом срок плановой проверки, во время которой была обнаружена неисправность). Кроме того, электромеханические защиты ремонтируются вне специализированных производств, с применением менее совершенных материалов и инструментов;
* после проведения плановой проверки электромеханических устройств в объеме наладки или восстановления, вследствие большого числа опробований работы электрических цепей схемы, поверхности контактов вновь покрываются нагаром и требуют повторной очистки, что нарушает регламент уже выполненного технического обслуживания;
* электромеханические устройства в значительной степени открыты для воздействия неблагоприятных внешних факторов, приводящих к преждевременному старению и отказам.

Необходимо также отметить, что из-за отсутствия запчастей персонал подчас вынужден использовать для ремонта детали, снятые со старых реле, или хорошо сохранившиеся старые реле целиком.

Следует отметить также и общее снижение качества поставляемых реле – появление большого числа «гаражных» производителей, снижение требовательности к качеству как со стороны производителей, так и эксплуатации.

В последние годы отмечается высокий износ, а в некоторых случаях и критическое состояние электромеханических устройств, связанные с их старением.

Сроки эксплуатации электромеханических устройств оцениваются так (рис.2): порядка 70% устройств отработали более 25 лет, при этом, более 35% устройств от общего количества электромеханических устройств отработали более 35 лет.

Старение электрических аппаратов, в том числе электромеханических реле, определяется старением составляющих его материалов. Причинами старения являются:

* естественная деградация материала (потеря физико- химических свойств, необходимых для правильной работы реле в нормативных условиях);
* износ подвижных частей;
* дополнительное воздействие окружающей среды и режимов работы на темп старения.

Существенное влияние на физическое старение материалов магнитных и контактных частей реле, а также их корпусных деталей и проводников в ходе эксплуатации оказывают:

* длительный нагрев катушек некоторых типов реле;
* тяжелые режимы работы контактных систем, в первую очередь у контактов реле; коммутирующих катушки управления выключателями, произведенными в СССР;
* большое число срабатываний;
* условия окружающей среды помещений и шкафов открытой установки (температура, влажность, агрессивная окружающая среда).

Одним из определяющих факторов является старение проводниковой изоляции. Изоляционные материалы подвержены старению, интенсивность которого определяется как классом нагревостойкости [5], так и условиями эксплуатации, и в первую очередь рабочей температурой. Большая часть изоляции, применяемой в старых изделиях, относится к классу нагревостойкости «А». Анализ кривых срока службы изоляции показал, что предельный срок службу изоляции аппаратов, длительно находящихся под напряжением с соответствующим тепловыделением на порядок меньше срока службы аппаратов, работающих при температуре, близкой к температуре помещения, и может достигать 10 – 15 лет.

Физическое старение и надежность реле существенно зависят от индивидуальных условий эксплуатации. В большинстве случаев реле, комплекты и устройства РЗА на подстанциях работают в нормальных условиях эксплуатации (отапливаемые помещения). Однако оборудование, установленное в шкафах наружной установки, или же в зданиях релейных щитов (в неотапливаемых помещениях, в помещениях с повышенной до 50-55о С температурой в летний период, высокой влажностью, агрессивной средой) в течение продолжительных периодов времени подвергается существенному воздействию дополнительных факторов старения.

* 1. *Возможные пути уменьшения отказов, связанных со старением электромеханических устройств релейной защиты и автоматики*

По сравнению с данными двадцатилетней давности рост удельного числа технологических нарушений по причинам старения электромеханических устройств РЗА составляет по данным разных источников от 2 до 5 раз. Например, в 1993-1998 годах доля случаев неправильной работы устройств из-за старения оборудования занимала в среднем 9,7% в общем объеме случаев неправильной работы. А в 2011 году на объектах ОАО «ФСК ЕЭС» произошло 536 случаев неправильной работы устройств РЗА из них 256 случаев (47,7%) по причине старения оборудования. По итогам 2012 года на подстанциях ОАО «ФСК ЕЭС» был зафиксирован 451 случай неправильной работы устройств РЗА, из которых 182 случая (40%) произошло по причине старения устройств РЗА.

Приведенные выше данные указывают на необходимость корректировки стратегии обслуживания электромеханической РЗА для стабилизации показателей ее надежности. Для решения этой проблемы на совещании руководителей и специалистов ОАО «ФСК ЕЭС» и ЗАО «ЧЭАЗ» в начале 2013 года были рассмотрены пути ее решения:

* совершенствование методологии оценки состояния реле путем разработки инструментальных методов оценки износа материалов и конструктивных узлов;
* повышение качества специальной подготовки персонала;
* создание сети сервисных центров по обслуживанию, ремонту и подготовке персонала;
* «упреждающая» замена наименее надежных аппаратов.

Выявление наименее изношенных реле и их замена – наиболее эффективный путь повышения показателей надежности в условиях старения оборудования. Эксплуатационным персоналом накоплен большой опыт применения электромеханической РЗА, показывающий, что большинство отказов носят спонтанный, или катастрофический характер и не могут быть выявлены при плановых проверках.

Для систематизации этой работы специалистами сетевых предприятий и основного производителя электромеханических устройств РЗА в России ЗАО «ЧЭАЗ» было принятие решения о проведении работы по формированию ремонтных комплектов, предназначенных для упреждающего обновления наименее надежных компонентов электромеханических панелей РЗА в рамках специально созданной рабочей группы.

Целью работы является разработка и внедрение ремонтных комплектов - наборов новых реле и электрических аппаратов для предупредительной замены наиболее изношенных, либо наименее надежных аппаратов, установленных в массовых типовых и нетиповых панелях с превышенным сроком эксплуатации, с целью предупреждения их выхода из строя.

ВЫВОДЫ

1. Тактика «разумного компромисса», заключающаяся в поддержании надежного состояния электромеханических защит в течение ближайших 10 – 15 лет, в сочетании с планомерной заменой защит на цифровые при комплексной реконструкции и новом строительстве подстанций даст наилучшие результаты в отношении показателей надежности РЗА и затрат на эксплуатацию.
2. Наборы ремонтных комплектов для упреждающей замены наименее надежных компонентов электромеханической РЗА являются эффективным средством повышения надежности энергоснабжения.
3. Для поддержания показателей надежности работы электромеханических систем РЗА на объектах электроэнергетики, модернизация которых не планируется в ближайшие 3-5 лет, необходимо провести работы по замене наиболее подверженных старению реле с применением специально разработанных ремонтных комплектов.

**Библиографический список**

1. **Гуревич В.И**. Микропроцессорные реле защиты: в поисках оптимальности. Энергетика и промышленность России, 2009, № 21 (137), ноябрь.

2. ГОСТ 10518-88 «Общие требования к методам ускоренных испытаний на нагревостойкость».

3. Отчёт «Описание работы УРЗА из-за старения за 2011 г.». ОАО «Фирма ОРГРЭС», 2012 г.

4. Отчёт «Описание работы УРЗА из-за старения за 2012 г.». ОАО «Фирма ОРГРЭС», 2013 г.

5. «Электроэнергия. Передача и распределение» №6(21) ноябрь-декабрь, 2013