

УДК 621.311

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ НА
НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**
**INFLUENCE OF DIFFERENT TYPES OF RELAY PROTECTION ON THE
RELIABILITY OF ELECTRIC NETWORKS**

К.В. Ващук, Д. О. Жаркова

Научный руководитель – А. Л. Старжинский, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
astarginsky@bntu.by

K. Vashchuk, D. Zharkova

Supervisor - A. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Аннотация: В данной работе рассмотрены различные типы релейной защиты с точки зрения надежности их использования в энергосистеме. Проведен анализ и выявлен наиболее приемлемый способ защиты в современных условиях.

Abstract: The article consider various types of relay protection are considered in terms of the reliability of their use in the power system. An analysis was carried out and the most acceptable method of protection in modern conditions was identified.

Ключевые слова: релейная защита, электромеханические защитные реле, микропроцессорное защитное устройство

Keywords: relay protection, electromechanical protective relays, microprocessor protective device

Введение

Назначением релейной защиты является отключение поврежденных частей электрической сети от неповрежденных во избежание развития масштабной аварии. [1] Неисправность релейной защиты является по меньшей мере одной из наиболее важных причин серьезных сбоев, которые периодически происходят в энергосистемах по всему миру. По данным Североамериканского Совета по надежности электроснабжения, в 74% случаев причиной серьезных сбоев в энергосистемах были некорректные действия релейной защиты при попытке отключить поврежденный участок. Исходя из этого можно сделать вывод, что надежность энергосистемы более чем в 50% случаев зависит от надежности релейной защиты. Для оценки надежности в технике существует целый набор различных критериев и параметров, однако, для оценки надежности устройств релейной защиты выбран один из них: «наработка на отказ», который получил повсеместное распространение и указывается в технической документации, рекламных проспектах, тендерной документации как основной показатель, характеризующий надежность устройств релейной защиты. [2]

Основная часть

Электромеханические защитные реле (ЭмЗР) в последнее время не пользуются популярностью в мире энергетики, кроме того исследования и разработка таких реле давным-давно поставлена на паузу ведь на смену им пришли сначала электронные, а после них и микропроцессорные защитные устройства (МЗУ).

После многих лет использования ЭмЗР изнашивались и устарели и, следовательно, являются причиной снижения надежности электроснабжения. Переход на МЗУ в электроэнергетике требует немалых вложений инвестиций, как для приобретения МЗУ, так и для различного современного оборудования, а также для замены дорогостоящих блоков МЗУ, которые могут выйти из строя и не подлежать дальнейшему ремонту.

Самой главной причиной, из-за которой весь мир стал переходить на МЗУ, несомненно является его практически совершенная надежность в сравнении с его предшественниками. Но на самом деле МЗУ не так идеальны, и в основе вышеприведенного утверждения лежит целый ряд мифов о МЗУ.

Неисправность ЭмЗР обычно связана со старением и повреждением изоляции проводки (износ, высыхание), коррозией винтов и клеммных зажимов, износом основных частей реле. Но если посчитать количество рабочих циклов в течение всего срока службы ЭмЗР на практике, то оно не превысит несколько сотен. Что не дает права утверждать, что с течением времени у ЭмЗР значительно падает надежность работы. Единственная причина, по которой ЭмЗР могут проиграть в надежности с этой стороны, это брак при изготовлении какой-либо детали или использование материалов, не прошедших проверку на качество. На этом основании можно отметить, что ЭмЗР являются надежными с точки зрения механического ресурса, чего нельзя сказать о МЗУ. Ведь там в один момент находятся в постоянном движении тысячи различных составных частей: генераторы сигналов, многочисленные транзисторные ключи, усилители, компараторы, таймеры, счетчики, логические элементы, стабилизаторы напряжения, постоянно работают; микропроцессор постоянно обменивается сигналами с элементами памяти, аналого-цифровой преобразователь постоянно ведет обработку входных сигналов и т. д. При работе в особенно тяжелых условиях импульсные источники питания нередко становятся причиной ошибок, возникающих в МЗУ.

Кроме того, существует мнение, что надежность МЗУ гораздо больше, чем у других типов релейной защиты из-за встроенной самодиагностики, однако это тоже не совсем так. Безусловно наличие таких составных частей как аналого-цифровой преобразователь, память, процессор, источник питания имеет массу преимуществ перед механическими реле. Но не стоит забывать, что в наше время не малую роль играет размер устройства. Для решения проблемы непосредственного переключения расцепителей высоковольтных выключателей, а также для организации надежного и быстродействующего управления достаточно мощными реле основная часть производителей МЗУ используют небольшие электромагнитные реле. Как показывает практика, реальные условия работы МЗУ и те, для которых они создаются абсолютно не

соответствуют друг другу. Безусловно, это не может не отражаться на надежности самой защиты.

На сегодняшний день можно смело говорить о том, что непрерывно увеличивающееся количество функций РЗ, а именно МЗУ, в одном устройстве не только не гарантируют увеличение надежности срабатывания реле, а скорее даже наоборот способствуют ее снижению.

Рассмотрим пример. У нас есть микропроцессорная и электромеханическая защиты. В 2017–2018гг. количество электромеханических реле в эксплуатации составляло 2312 штук, а микропроцессорных – 3787 штук. Электромеханические реле за 2017 год отказали один раз, а за 2018 год – 4 раза, что касается МЗУ: 2017 год – 43 раза, 2018 год – 51 раз. Пусть N – количество реле в эксплуатации, F – количество повреждений. Необходимо рассчитать годовую интенсивность отказов этих защит и сравнить, какая из них наиболее надежная.

Приведем расчет для электромеханических защит:

$$q = \frac{F}{N} \cdot 100,$$

где q – относительное количество повреждений, %

$$q_{2017} = \frac{1}{2312} \cdot 100 = 0,043\%$$

$$q_{2018} = \frac{4}{2312} \cdot 100 = 0,173\%$$

Теперь найдем среднегодовое относительное количество повреждений:

$$q_{cp(эм)} = \frac{q_{2017} + q_{2018}}{2} = \frac{0,043 + 0,173}{2} = 0,108\%$$

Проделаем аналогичные действия для расчета микропроцессорной защиты:

$$q_{2017} = \frac{43}{3787} \cdot 100 = 1,135\%$$

$$q_{2018} = \frac{51}{3787} \cdot 100 = 1,347\%$$

$$q_{cp(мзу)} = \frac{q_{2017} + q_{2018}}{2} = \frac{1,135 + 1,347}{2} = 1,24\%$$

Найдем годовую интенсивность отказов МЗУ относительно электромеханических защит:

$$k = \frac{q_{cp(мзу)}}{q_{cp(эм)}} = \frac{1,24}{0,108} = 11,3$$

Заключение

Таким образом, можно сделать вывод, что надежность МЗУ получается ниже, чем надежность электромеханических реле. Использование нанотехнологий при изготовлении элементов МЗУ приводит к возникновению

проблем, не известных ранее для релейной защиты. Игнорирование этих проблем может привести к катастрофическим последствиям. Но так как нанотехнологии – это наше будущее, а в какой-то степени и настоящее, необходимо более тщательно подходить к изготовлению МЗУ, а также постоянно проводить мероприятия по совершенствованию данного вида релейной защиты.

Литература

1. Для чего нужна релейная защита [Электронный ресурс]/ школа энергетика. – Режим доступа: <http://electricalschool.info/main/elsnabg/803-dlja-chego-nuzhna-relejnaja-zashhita.html/>. – Дата доступа: 10.04.2022.
2. Для оценки надежности современной релейной защиты нужен новый критерий [Электронный ресурс]/ studref. – Режим доступа: https://studref.com/575937/prochie/otsenki_nadezhnosti_sovremennoy_releynoy_zaschity_nuzhen_novyy_kriteriy/. – Дата доступа: 10.04.2022.