

**МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ
НА БАЗЕ ТЕРМИНАЛА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ SERAM 1000+ СЕРИИ 40**

Овсянников А.В.

**Научный руководитель – зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент Павлов В.В.
Сибирский федеральный университет**

Релейная защита и противоаварийная автоматика (РЗА) осуществляют автоматическую ликвидацию повреждений и ненормальных режимов в электрической части энергосистем и являются важнейшей системой, обеспечивающей их надежную и устойчивую работу.

Рост нагрузок, увеличение протяженности линий электропередачи, ужесточение требований к устойчивости работы энергосистем осложняют условия работы релейной защиты. В то же время повышаются требования у эффективности её функционирования. В этой связи идёт непрерывный процесс развития техники релейной защиты, направленный на создание всё более совершенных устройств, отвечающих требованиям современной энергетики.

Система РЗА играют значительную роль в обеспечении управляемости и надёжности энергосистем. До настоящего основную долю находящейся в эксплуатации аппаратуры РЗА составляют отечественные электромеханические и микроэлектронные устройства. Причем парк технических средств РЗА физически и морально стареет. По данным статистики в энергосистемах России насчитывается более 35% устройств, прослуживших более 25 лет. Указанные обстоятельства диктуют необходимость проведения реконструкции и модернизации РЗА в направлении применения аппаратных и программных средств, основанных на использовании микропроцессорных систем, интегрированных в АСУ ТП.

Особенностью релейной защиты распределительных сетей распределительных сетей, составляющих значительную часть всех сетей напряжением выше 1000 В, является то обстоятельство, что стоимость аппаратуры релейной защиты и расходы по её эксплуатации могут быть соизмеримы со стоимостью основного электрооборудования подстанций. Разнообразие методов выполнения распределительных сетей, усиление требований к качеству электроэнергии и ряд других факторов обусловили изменение приоритетов в перечне требования к их релейной защите. Хотя стоимость аппаратуры релейной защиты остается одним из решающих факторов при вводе новых и реконструкции старых распределительных сетей, эффективность функционирования релейной защиты – вот основное требование, которое учитывается заказчиками в новых экономических условиях, поэтому на сегодня идет интенсивное внедрение в релейную защиту распределительных сетей новой микропроцессорной аппаратуры с широкими функциональными возможностями.

В новых экономических условиях приоритетным направлением, способствующим развитию техники РЗА, является создание свободного рынка конкурентоспособной аппаратуры РЗА. Научно-техническая политика отечественных энергетических компаний и промышленных предприятий ориентирована на внедрение микропроцессорных устройств РЗА как отечественного производства, так и ведущих инофирм. В настоящее время на отечественном рынке технических средств РЗА представлены такие мировые лидеры в разработке и производстве техники как Schneider Electric, Siemens, ABB, Delle Alstom, имеющие достаточный опыт производства и эксплуатации микропроцессорных устройств и систем РЗА. Достойное место занимают на нём и российские разработчики и производители микропроцессорных устройств и систем РЗА:

ОАО «ВНИИР», НПП «ЭКРА», НПП «БРЕСЛЕР», НПП «Динамика», ООО «АББ Автоматизация» (г. Чебоксары), НТЦ «Механотроника» (г. Санкт-Петербург) и др.

В ряду импортных микропроцессорных устройств релейной защиты ведущее место занимает Seram 1000+ серий 20, 40, 80 фирмы Schneider Electric, предназначенных для использования в распределительных сетях 6-10-35 кВ. Преимущества таких устройств в программной реализации защит, создании персонализированной автоматики, простой интеграции в любую систему диспетчерского управления благодаря использованию открытых протоколов, высокая надежность, простота ввода в эксплуатацию, осциллографирование аварийных процессов, малые размеры и масса, расширение функций простым добавлением модулей. Каждый тип Seram обладает всем набором функций, необходимых для таких видов применения как эффективная защита оборудования и людей, точные измерения и подробная диагностика, единая система управления оборудованием, сигнализация и местная или дистанционная эксплуатация. Используются для следующих видов применения: защита подстанций, защита трансформаторов, защита генераторов, защита сборных шин, защита конденсаторов, в том числе и защита двигателей.

Двигатель обеспечивает преобразование электрической энергии в механическую. Двигатель размещается так, чтобы он был неразделимо связан с нагрузкой в виде привода. С другой стороны, двигатель подвержен внутренним механическим нагрузкам, поскольку в его конструкции имеются подвижные детали. Всего лишь один не пригодный к эксплуатации двигатель может быть причиной нарушения всего технологического процесса. Современные двигатели имеют значительно оптимизированные характеристики, что снижает риск работы в ненормальном режиме; так, например, речь идет об относительно хрупких электроприемниках, требующих организации надлежащей защиты. Используются асинхронные двигатели (главным образом, двигатели с беличьей клеткой или с фазным ротором) либо синхронные двигатели (двигатели возбуждения ротора постоянным током). Вопросы защиты синхронных двигателей аналогичны особенностям организации защиты асинхронных двигателей. Оптимальным вариантом защиты электродвигателей является Seram 1000+ серии 40.

Возможные такие повреждения двигателей, как повреждения, связанные с ненормальным режимом работы, нарушение питания, внутренние повреждения двигателя. Все эти повреждения контролируются Seram.

Рассмотрим характер этих повреждений и их способы контроля.

1. Повреждения двигателя, связанные с ненормальным режимом работы

Перегрузка

Если потребляемая мощность больше номинальной, то в двигателе возникает ток перегрузки, и увеличиваются потери, что приводит к повышению температуры. Перегрузка контролируется Seram:

- с помощью максимальной токовой защиты с зависимой выдержкой времени;
- с помощью тепловой защиты. Тепловая защита основана на определении нагрева, вызываемого потребляемым током;
- с помощью датчиков температуры.

Затянутый и слишком частый пуск

При пуске двигателя возникает значительный ток перегрузки, который допустим только в течение короткого промежутка времени. Слишком частый или затянутый пуск, возникающий в силу недостаточного промежутка между вращающим моментом и моментом нагрузки, неизбежно приводит к недопустимому нагреву. Для защиты от затянутого пуска мгновенная уставка тока в Seram устанавливается меньше значения пускового тока, который определяется по истечении выдержки времени, начинающейся

при включении двигателя; данная выдержка времени устанавливается больше нормальной продолжительности пуска. Частота пусков контролируется Seram подсчетом их количества в течение определенного промежутка времени и разнесенности по времени этих пусков.

2. Нарушение питания

Снижение напряжения

Снижение напряжения приводит к уменьшению вращающего момента и скорости: замедление двигателя вызывает увеличение тока и потерь. Таким образом, происходит перегрев двигателя. Контроль напряжения выполняется с помощью защиты минимального напряжения прямой последовательности с выдержкой времени. Уставки напряжения и выдержки времени регулируются с учетом селективности с защитами от коротких замыканий в сети и допусков на нормальное снижение напряжения, например, при пуске двигателя. Эта защита в Seram может быть общей для нескольких двигателей, подсоединенных к одному щиту.

Небаланс

Иногда возникает несбалансированность системы трехфазного питания, поскольку:

- источник энергии (трансформатор или генератор переменного тока) не производит симметричное трехфазное напряжение;
- другие потребители не представляют собой симметричную нагрузку и возникает несбалансированное питание сети;
- из-за плавления предохранителя двигатель получает питание по двум фазам;
- опрокидывание фазы вызывает изменение направления вращения ротора двигателя.

В результате несбалансированного питания возникают составляющие обратной последовательности, что приводит к весьма значительным потерям и, следовательно, к быстрому перегреву ротора. Защита в Seram основана на измерении тока обратной последовательности с зависимой или независимой выдержкой времени. Направление вращения фаз определяется путем измерения максимального напряжения обратной последовательности.

Восстановление подачи напряжения после отключения питания двигателя

Двигатель поддерживает напряжение нулевой последовательности, что может привести к возникновению тока перегрузки при повторном пуске и даже к механическому разрыву привода. Напряжение, поддерживаемое вращающимися машинами, определяется с помощью защиты минимального напряжения, однофазной, разрешающей повторное включение для восстановления питания, если напряжение меньше уставки.

3. Внутренние повреждения двигателя

Межфазное короткое замыкание

Такое короткое замыкание может быть большей или меньшей силы в зависимости от места повреждения в обмотке и наносит значительный ущерб двигателю. Замыкание в Seram обнаруживается с помощью максимальной токовой защиты в фазах с выдержкой времени. Уставка тока регулируется больше значения пускового тока и устанавливается очень малая выдержка времени, чтобы защита была не чувствительна к первым пикам тока включения. Для двигателей большой мощности используется дифференциальная защита по высокому полному сопротивлению или процентной характеристике. Как вариант, при надлежащем согласовании соединений со стороны нейтрали и использовании трех суммирующих трансформаторов тока с помощью простой максимальной токовой защиты обеспечивается устойчивое и точное выявление внутренних повреждений.

Замыкание на корпус статора

Амплитуда тока повреждения зависит от режима работы нейтрали сети питания и от места повреждения в обмотке. В случае межфазного короткого замыкания и замыкания на корпус статора требуется перемотка обмоток двигателя и, кроме того, замыкание на корпус может привести к непоправимым повреждениям магнитопровода. В Seram выбирается защита в зависимости от режима заземления нейтрали. Требуется высокочувствительная защита для ограничения повреждений магнитопровода. В случае глухозаземленной нейтрали или заземления нейтрали через активное сопротивление с помощью максимальной защиты по току нулевой последовательности с выдержкой времени обеспечивается защита основных обмоток. В случае с изолированной нейтралью с помощью защиты максимального напряжения нулевой последовательности обеспечивается определение смещения нейтрали. Если отходящий фидер двигателя емкостной (длинный кабель), используется максимальная направленная токовая защита на землю.

Перегрев подшипников вследствие их износа или недостатка смазки.

Проводится измерение температуры подшипников с помощью термометров.

Таким образом, Seram 1000+ серии 40 выполняет все необходимые условия защиты для нормальной работы двигателя, организуя удаленный доступ к терминалу релейной защиты для контроля, измерения и защиты.