

Федеральное агентство по образованию  
Российской Федерации  
Санкт-Петербургский государственный горный университет им. Г.В.  
Плеханова  
(технический университет)

Отчет об учебно-технологической практике на ООО ПО  
Киришинефтеоргсинтез  
На тему: Релейная защита и автоматика

Выполнил: студент группы Эр-09-03 подпись Сёмин Н.С.

Проверил: подпись Гульков Ю.В.

## Кириши

## Введение

Релейная защита - комплекс автоматических устройств, предназначенных для быстрого (при повреждениях) выявления и отделения от электроэнергетической системы повреждённых элементов этой электроэнергетической системы в аварийных ситуациях с целью обеспечения нормальной работы ее исправной части. Действия средств релейной защиты организованы по принципу непрерывной оценки технического состояния отдельных контролируемых элементов электроэнергетических систем. Релейная защита осуществляет непрерывный контроль состояния всех элементов электроэнергетической системы и реагирует на возникновение повреждений и ненормальных режимов. При возникновении повреждений РЗ должна выявить повреждённый участок и отключить его от ЭЭС, воздействуя на специальные силовые выключатели, предназначенные для размыкания токов повреждения.

Релейная защита является основным видом электрической автоматики, без которой невозможна нормальная работа энергосистем.

## История развития релейной защиты

В 1888 г. выдающийся русский электротехник Михаил Осипович Доливо-Добровольский, которому принадлежит много работ и изобретений в разных областях электротехники, изобрел систему трехфазного тока. Вскоре под его руководством впервые в мире была осуществлена передача электрической энергии токами высокого напряжения (15 кВ) на большое расстояние. Это было важным событием в истории электроэнергетики, и системы трехфазного тока вскоре получили широчайшее применение. Однако их эксплуатация, как и других электрических систем, невозможна без защит от электрических повреждений, наиболее опасным из которых является КЗ.

В электрической системе КЗ обычно сопровождаются резким возрастанием тока. Поэтому первыми появились токовые защиты, действующие в случае, когда ток в защищаемом элементе превышает заранее установленное значение. Первоначально токовые защиты выполнялись с использованием плавких предохранителей, которые и до этого использовались для защиты электрических установок еще с конца 19 века.

Но недостатки плавких предохранителей очевидны: это их одноразовость и также недостаточная точность определения предельного тока. И в скором времени плавкие предохранители в ряде случаев перестали удовлетворять своему назначению, вместо них повсеместно стали использоваться электромагнитные реле. Первые попытки использования реле для защиты от коротких замыканий относятся к началу 1890-х годов, когда появились электроустановки с первичными электромагнитными реле тока

прямого действия, установленными непосредственно на выключателях.

Широкое применение для защиты реле получают, однако, только с первых десятилетий 20 столетия в связи с развитием электрических систем.

С 1901 г. появляются индукционные реле тока, построенные на базе индукционных измерительных механизмов, предложенных и разработанных также М.О. Доливо-Добровольским.

В 1905-1908 г.г. разрабатываются дифференциальные токовые защиты, основанные на сравнении токов на разных участках защищаемой линии. С 1910 начинают применяться токовые направленные защиты; к этому же времени относятся попытки выполнения дистанционных реле (реле сопротивления), завершившиеся выпуском в начале 20-х годов созданием дистанционных защит.

В 1923-1928 г.г. предпринимаются первые шаги по использованию для релейной защиты токов высокой частоты, передаваемых по проводам защищаемых линий.

В 1934 г. были опубликованы результаты разработок на электронных лампах реле различного назначения. В эти же годы в Советском Союзе была разработана на электронных лампах дистанционная защита. Однако на практике она распространения не получила; единственным, вероятно, исключением было многолетнее использование ламповых приемопередатчиков в каналах для передачи высокочастотных сигналов по проводам защищаемых линий для осуществления быстродействующих защит.

Более перспективным оказалось применение полупроводников (медно-закисных и селеновых выпрямителей), начатое также еще в 30-е годы для выполнения реле, работающих на выпрямленных токах. Дальнейшее развитие это направление получило в конце 40-х годов, когда стало

возможным применение германиевых, кремниевых диодов и транзисторов.

### Требования к релейной защите

)Быстродействие - это свойство релейной защиты, характеризующее скорость выявления и отделения от электроэнергетической системы повреждённых элементов. Показателем быстродействия является время срабатывания защиты - это интервал времени от момента возникновения повреждения до момента отделения от сети повреждённого элемента.

)Селективность - свойство релейной защиты, характеризующее способность выявлять поврежденный элемент электроэнергетической системы и отключать этот элемент только ближайшими к нему выключателями. Это позволяет локализовать повреждённый участок и не прерывать нормальную работу других участков сети.

)Чувствительность - это свойство, характеризующее способность релейной защиты выявлять повреждения в конце установленной для неё зоны действия в минимальном режиме работы энергосистемы. Другими словами, - это способность чувствовать те виды повреждений и ненормальных режимов, на которые она рассчитана, в любых состояниях работы защищаемой электрической системы. Показателем чувствительности выступает коэффициент чувствительности, который для максимальных защит (реагирующих на возрастание контролируемой величины) определяется как отношение минимально возможного значения сигнала, соответствующего отслеживаемому повреждению, к установленному на защите параметру срабатывания (уставке).

)Надежность - это свойство, характеризующее способность релейной защиты действовать правильно и безотказно во всех режимах контролируемого объекта при всех видах повреждений и ненормальных режимах для действия при которых данная защита предназначена, и не действовать в нормальных условиях, а также при таких повреждениях и нарушениях нормального режима, при которых действие данной защиты не предусмотрено. Иными словами, надежность - это свойство релейной защиты, характеризующее ее способность выполнять свои функции в условиях эксплуатации, ремонта, хранения и транспортировки. Основные показатели надёжности - время безотказной работы и интенсивность отказов (количество отказов за единицу времени).

## Основные органы релейной защиты

### ) Пусковые органы

Пусковые органы непрерывно контролируют состояние и режим работы защищаемого участка цепи и реагируют на возникновение коротких замыканий и нарушения нормального режима работы. Выполняются обычно с помощью реле тока, напряжения, мощности и др.

### ) Измерительные органы

Измерительные органы определяют место и характер повреждения и принимают решения о необходимости действия защиты. Измерительные органы также выполняются с помощью реле тока, напряжения, мощности и др. Функции пускового и измерительного органа могут быть объединены в одном органе.

### ) Логическая часть

Логическая часть - это схема, которая запускается пусковыми органами и, анализируя действия измерительных органов, производит предусмотренные действия (отключение выключателей, запуск других устройств, подача сигналов и пр.). Логическая часть состоит, в основном, из элементов времени (таймеров), логических элементов, промежуточных и указательных реле, дискретных входов и аналоговых выходов микропроцессорных устройств защиты.

## Основные виды релейной защиты

Максимальная токовая защита (МТЗ)- вид релейной защиты, действие которой связано с увеличением силы тока в защищаемой цепи при возникновении короткого замыкания на участке данной цепи. Данный вид защиты применяется практически повсеместно и является наиболее распространённым в электрических сетях.

## Принцип действия

В случае повышения силы тока в защищаемой сети защита начинает свою работу. Однако, если токовая отсечка действует мгновенно, то максимальная токовая защита даёт сигнал на отключение только по истечении определённого промежутка времени, называемого выдержкой времени. Выдержка времени зависит от того, где располагается защищаемый участок. Наименьшая выдержка времени устанавливается на наиболее удалённом от источника участке. МТЗ соседнего (более близкого к источнику энергии) участка действует с большей выдержкой времени, отличающейся на величину, называемую степенью селективности. Степень селективности определяется временем действия защиты. В случае короткого замыкания на участке срабатывает его защита. Если по каким-то причинам защита не сработала, то через определённое время (равное степени селективности) после начала короткого замыкания сработает МТЗ более близкого к источнику участка и отключит как повреждённый, так и свой участок. По этой причине важно, чтобы степень селективности была больше времени срабатывания защиты, иначе защита смежного участка отключит как повреждённый, так и рабочий участок до того, как собственная защита повреждённого участка успеет сработать. Однако важно так же сделать степень селективности достаточно небольшой, чтобы защита успела сработать до того, как ток короткого замыкания нанесёт серьёзный ущерб электрической сети.

Уставку (или величину тока, при которой срабатывает защита) выбирают, исходя из наименьшего значения тока короткого замыкания в защищаемой сети (при разных повреждениях токи короткого замыкания

отличаются). Однако при выборе уставки следует так же учитывать характер работы защищаемой сети. Например, при самозапуске электродвигателей после перерыва питания, значение силы тока в сети может быть выше номинального, и защита не должна его отключать.

### Реализация

Реализуется МТЗ, как правило, с помощью реле тока. Реле тока могут быть как мгновенного действия, так и срабатывающие с выдержкой времени, определяемой величиной тока, в этом случае для обеспечения необходимой выдержки времени дополнительно используют реле времени. В современных схемах релейной защиты и автоматики чаще всего используются микропроцессорные блоки защиты, которые сочетают в себе свойства этих реле.

Газовая защита - вид релейной защиты, предназначенный для защиты от повреждений электрических аппаратов, располагающихся в заполненном маслом резервуаре.

### Принцип действия

При внутреннем повреждении в баке защищаемого аппарата - горение электрической дуги, или перегрев внутренних элементов - трансформаторное масло разлагается с выделением горючего газа, содержащего до 70% водорода. Выделяющийся газ поднимается к крышке, и так как аппарат устанавливается с наклоном 1-2% в сторону расширителя, движется в расширитель. Проходя через газовое реле, газ вытесняет из него масло. При незначительном выделении газа, или снижении уровня масла в расширителе до уровня верхнего поплавкового элемента газового реле, он срабатывает, и

замыкаются контакты, действующие на сигнал (1-я ступень газовой защиты). При значительном выделении газа срабатывает нижний поплавковый элемент газового реле и замыкаются контакты, действующие на отключение (2-я ступень газовой защиты). При интенсивном движении потока масла из бака в расширитель срабатывает струйный элемент газового реле, действующий на отключение, аналогично нижнему поплавковому элементу. Для газовой защиты регулятора напряжения трансформатора под нагрузкой (РПН) используются струйные реле, не имеющие поплавковых элементов и реагирующее только на интенсивное движение потока масла из бака РПН в расширитель. Струйное реле не имеет краника для спуска воздуха, и его корпус может быть не полностью заполнен маслом.

Газовая защита маслonaполненных аппаратов имеет абсолютную селективность и срабатывает только при повреждениях внутри бака защищаемого объекта. Защита реагирует на повреждения, сопровождающиеся выделением газа, выбросом масла из бака в расширитель или аварийным понижением уровня масла. Газовая защита - одна из немногих, после которых не допускается действие АПВ [автоматическое повторное включение], так как в большинстве случаев отключаемые ей повреждения оказываются устойчивыми.

Дифференциальная защита - один из видов релейной защиты, отличающийся абсолютной селективностью и выполняющейся быстродействующей (без искусственной выдержки времени). Применяется для защиты трансформаторов, автотрансформаторов, генераторов, генераторных блоков, двигателей, линий электропередачи и сборных шин (ошиновок). Различают продольную и поперечную дифференциальные защиты.

## Продольная дифференциальная защита

Принцип действия продольной дифференциальной защиты основан на сравнении токов, протекающих через участки между защищаемым участком линии (или защищаемом аппаратом). Для измерения значения силы тока на концах защищаемого участка используются трансформаторы тока. Вторичные цепи этих трансформаторов соединяются с токовым реле таким образом, чтобы на обмотку реле попадала разница токов от первого и второго трансформаторов.

В нормальном режиме значения величины силы тока вычитаются друг из друга, и в идеальном случае ток в цепи обмотки токового реле будет равен нулю. В случае возникновения короткого замыкания на защищаемом участке, на обмотку токового реле поступит уже не разность, а сумма токов, что заставит реле замкнуть свои контакты, выдав команду на отключение поврежденного участка.

Такая защита устанавливается в качестве основной для защиты трансформаторов и автотрансформаторов. Одним из недостатков такой защиты является сложность её исполнения: в частности, требуется наличие надёжной, помехозащищённой линии связи между двумя участками, на которых установлены трансформаторы тока. В связи с этим, дифференциальную защиту применяют для защиты одиночно работающих трансформаторов и автотрансформаторов мощностью 6300 кВА и выше, параллельно работающих трансформаторов и автотрансформаторов мощностью 4000 кВА и выше и на трансформаторах мощностью 1000 кВА и выше, если токовая отсечка не позволяет добиться необходимой чувствительности при коротком замыкании на выводах высокого напряжения, а максимальная токовая защита имеет выдержку времени более, чем 0,5 с.

## Поперечная дифференциальная защита

Принцип действия поперечной дифференциальной защиты так же заключается в сравнении значений токов, но в отличие от продольной, трансформаторы тока устанавливаются не на разных концах защищаемого участка, а на разных линиях, отходящих от одного источника (например, на параллельных кабелях, отходящих от одного выключателя). Если произошло внешнее короткое замыкание, то данная защита его не почувствует, так как разность значений силы тока, измеряемых на этих линиях, будет практически равна нулю. В случае же короткого замыкания непосредственно на одном из защищаемых кабелей разница токов не будет равняться нулю, что даст основание для срабатывания защиты.

Данная защита устанавливается только как дополнительная, что связано с серьёзным её недостатком: в случае выведения из эксплуатации одной из линий, защита перестаёт быть селективной, поэтому её приходится отключать. Однако, этот вид защиты довольно прост в исполнении, а также позволяет производить селективное отключение в тех сетях, где нет возможности установить токовую отсечку. Поперечную защиту применяют для защиты кабельных линий, генераторов.

## Список литературы

- 1) <[http://ru.wikipedia.org/wiki/Релейная\\_защита\\_и\\_автоматика](http://ru.wikipedia.org/wiki/Релейная_защита_и_автоматика)>
- ) <http://www.rza.org.ua/article/print-11.html>