

О НАДЕЖНОСТИ ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ НА ЯЧЕЙКАХ КРУ - 6 КВ ОБЩЕСТАНЦИОННЫХ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

В данной статье рассмотрены принципы построения дуговой защиты на ячейках КРУ– 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции, которые дополняют надежность срабатывания основных защит при нечувствительности к дуговым замыканиям сопровождающихся открытой электрической дугой.

Ключевые слова: дуговая защита на ячейках, электростанции, короткие замыкание.

THE RELIABILITY OF THE ARC PROTECTION TO THE CELLS KRU - 6 SQ GENERAL STATION OF ITS OWN POWER NEEDS

This article describes the principles of the arc protection on torsion cells 6 kV general station auxiliary power plants, which complement the reliable operation of the main protections at the insensitivity to the arc fault accompanied by an open arc.

Keywords: arc protection on the cells, power, short-circuiting.

В настоящее время ячейки КРУ - 6 кВ общестанционных собственных нужд электро-станции не оборудованы специальной защитой от дуговых коротких замыканий. Об актуальности данной проблемы свидетельствует повреждение происходящие на ячейках КРУ – 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции.

В последнее время в результате различных повреждений и аварийных режимов выходят из строя от 5 до 15 % ячейки КРУ - 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции. Повреждение силового электротехнического оборудования связана с нарушением норм и правил эксплуатации, изменением технологического цикла работы, неправильными действиями оперативного персонала, неправильной настройкой и отказами устройств релейной защиты и автоматики (РЗ и А). Наиболее опасны повреждения ячеек КРУ - 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции в результате дуговых замыканий. Вызванные различными дуговыми замыканиями в ячейке КРУ - 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции приводят к тяжелым последствиям и значительными повреждениями в электроустановках требующих больших капитальных вложений на замену элементов электротехнического оборудования.

Учитывая процент физического износа силового и вторичного электротехнического оборудования, который составляет не менее 60 %. С учетом срока службы и продления элементов электротехнического оборудования необходимо повысить надежность работы при условии поэтапного замены физически изношенного и исчерпавшего свой ресурс части электроустановок.

Для быстрой ликвидации аварийных нарушений, сопровождающихся открытой электрической дугой, в комплектных распределительных устройствах внутренней (КРУ) и наружной (КРУН) установки все более широко применение находят оптико – электрические дуговые защиты (ОЭДЗ) основанные на контроле светового потока и тока. В качестве фотодатчиков используется фототиристоры, фоторезисторы, фотодиоды.

Для КРУ напряжением 6кВ которые эксплуатируется на электростанции, питание цепей устройств РЗ и А и вторичных цепей коммутационных аппаратов осуществляется от трансформаторов тока (ТТ) и от аккумуляторных батарей типа ОРzV А602/600,А602/490 параллельно работающих с зарядно – выпрямительным устройством (ЗВУ).

Цепи переменного и постоянного тока имеют разветвленную конфигурацию, то есть цепи управления и сигнализации, которые содержат значительное количество клеммных соединений и коммутационных аппаратов, что определяет высокую вероятность возникновения коротких замыканий. Причины возникновения коротких замыканий различны, они могут быть результатом как ошибочных действий персонала во время проведения ремонтных работ, так и повреждения изоляции. Кроме того, цепи постоянного тока проложены совместно с цепями переменного тока 0,4 - 6 кВ и не исключена возможность перехода коротких замыканий в цепях переменного тока на цепи постоянного тока.

Многообразие способов возбуждения дуги, а также устойчивость горения дуги в различных условиях имеет определенную форму и материалы на процесс развития дуги при различных расстояниях между токоведущими частями и изменении токов короткого замыкания.

Металлическое короткое замыкание возможно в случае термической стойкой металлической коротких замыканий при этом создается минимальное сопротивление переходных контактов между токоведущими поверхностями, противодействуя электродинамическим силам, возникающим при протекании тока короткого замыкания. Такие условия обеспечиваются при закороченных цепях, в случаях переключения токоведущих частей между собой образуя массивные закоротки, то есть закороченные цепи, обеспечивающие достаточно хороший контакт, значительно превосходящего действие электродинамических сил.

Такое короткое замыкание может существовать длительно, либо через некоторое время перейти короткое замыкание через дугу. Длительность металлического короткого замыкания определяется степенью нажатия контактов, а также возможностью отвода тепла от точки короткого замыкания.

В случае если не обеспечивается первое условие, под действием электродинамических сил происходит отброс переключателей закороченных цепей и короткое замыкание носит характер кратковременного импульса.

Если не обеспечивается отвод тепла от точки короткого замыкания, происходит расплавление металла, последующее ее испарение и возникает дуга.

Дуговое короткое замыкание возникает из-за следующих причин:

- а) старение изоляции,
- б) механическое повреждение проводников,
- в) попадание металлических посторонних предметов и воды на проводники,
- г) запыленность помещения,
- д) неправильность действия обслуживающего персонала при работе с электрооборудованием.

В зависимости от места короткого замыкания шин проводы секции, места разделки кабелей, удаленность от источника и другое различается также и условия развития дуговых коротких замыканий.

Значительное число шкафов комплектных распределительных устройств (КРУ) находящихся в эксплуатации, не имеет полноценной быстродействующей защиты, способной совместно с коммутационными аппаратами локализовать наиболее тяжелые аварии в них, вызванные внутренними короткими замыканиями, сопровождаемыми открытой электрической дугой. Горение дуги внутри шкафов КРУ более 0,15-0,2 сек приводят к тяжелым последствиям и зачастую сопровождаются выгоранием двух-трех соседних шкафов, а в некоторых случаях и целых секций. Существующие защиты на основе разгрузочных клапанов и фототиристор должны отвечать современным требованиям по надежности, по чувствительности и сервисным функциям. Учитывая надежность и устойчивость функционирования энергосистем, ОАО «Электрические станции» должны выпустить приказ или указание предписывающий оснащать шкафы КРУ полноценной дуговой защитой.

В электрических сетях 6 кВ возможны короткое замыкание через переходные сопротивления электрической дуги. В проектных организациях влияние дуги условно учитывается введением в расчетную схему ее активного сопротивления $r=10\div 15$ мОм в месте короткого

замыкания на открытых сборках 6кВ. Ток короткого замыкания с учетом дуги меньше, чем ток при металлических коротких замыканиях, поэтому при коротком замыкании в первом случае коэффициент чувствительности релейной защиты должен проверяться дополнительно.

Если определяется максимальный ток короткого замыкания, сопротивление дуги не учитывается (металлические короткие замыкания). Далее приводятся формулы для расчета токов междуфазных металлических коротких замыканий и короткого замыкания с учетом электрической дуги за трансформаторами 6 (10)/0,4 кВ в электрической сети 6 кВ.

Начальное действующее значение периодической составляющей тока при трехфазном коротком замыкании через переходное активное сопротивление в месте короткого замыкания:

$$I_{к.пер} = \frac{U\sqrt{3}}{\sqrt{3\sqrt{(r_{1\Sigma} + r_{i\delta})^2 + \sigma_{1\Sigma}^2}}}$$

где $U_{ср}$ - среднее номинальное напряжение сети 6 (10) кВ; $r_{1\Sigma}$, $x_{1\Sigma}$ - суммарные активное и индуктивное сопротивления, прямой последовательности цепи короткого замыкания, МОм; $r_{пер}$ - активное сопротивление дуги в месте короткого замыкания, МОм. Ток I_k металлического трехфазного короткого замыкания при $r_{пер}=0$:

$$I_k = \frac{U\sqrt{3}}{\sqrt{3\sqrt{r_{1\Sigma}^2 + \sigma_{1\Sigma}^2}}}$$

Начальное действующее значение периодической составляющей тока при двухфазном коротком замыкании через переходное сопротивление:

$$I_{к.пер} = \frac{U\sqrt{3}}{\sqrt{2\sqrt{(r_{1\Sigma} + \frac{r_{i\delta}}{2})^2 + \sigma_{1\Sigma}^2}}}$$

Ток металлического двухфазного короткого замыкания:

$$I_k = \frac{U\sqrt{3}}{\sqrt{2\sqrt{r_{1\Sigma}^2 + \sigma_{1\Sigma}^2}}}$$

В настоящее время ячейки КРУ оснащаются дуговой защитой с фототиристорами или разгрузочными клапанами. Достаточно эффективной является защита, выполненная на размыкающих контактах реле тока линейных ячеек и замыкающем контакте реле тока вводной ячейки. Указанные защиты срабатывают только при коротком замыкании, то есть с контролем тока короткого замыкания или напряжения.

При возникновении электрической дуги защита действует неселективно на отключение вводного выключателя, а при включенном секционном выключателе – на его отключение. В случае появления электрической дуги в отсеке кабельных сборок (после отключения линейной ячейки и неселективного отключения ввода или секционного выключателя) ток короткого замыкания от синхронных и асинхронных электродвигателей поддерживает дугу. Установлено, что в шкафах КРУ сначала возникает однофазное замыкание на землю, которое переходит в междуфазное примерно через 0,5 сек.

Электрическая дуга сопровождается вспышкой света в момент замыкания, поэтому для уменьшения степени повреждения шкафов при коротком замыкании, повышения пожарной безопасности и безопасности обслуживания целесообразно предусмотреть защиту, действующую на отключение при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) до перехода в междуфазное короткое замыкание.

Защита должна отключать линейную ячейку при ОЗЗ в отсеке кабельных сборок линейных ячеек, а также ячейку ввода или секционного выключателя при ОЗЗ в отсеке сборных шин и выключателя. В первом случае в отсеке кабельных сборок линейных ячеек распад дуги,

поддерживаемый током ОЗЗ электродвигателей, происходит интенсивнее, чем при коротком замыкании. Чем быстрее отключится повреждение, тем меньше вероятность попадания дуги в цепи вторичной коммутации при ОЗЗ, которое может привести к отказу действия дуговой защиты в процессе перехода ОЗЗ в междуфазное короткое замыкание.

В настоящее время дуговая защита на ячейках КРУ в большинстве случаев выполняется без использования волоконно-оптических линий связи (ВОЛС) на основании опыта эксплуатации элементов оборудования РАО ЕЭС. Предлагаемые принципы построения схем дуговой защиты рекомендуются прежде всего для действующих электростанций с фотодатчиками. Она отличается от существующих схем принципом действия при возникновении ОЗЗ отключением линии, а не ввода или секционного выключателя при возникновении дуги в отсеке кабельных сборок.

Для обеспечения чувствительности дуговой защиты при ОЗЗ представляется целесообразным (при необходимости) дополнительно установить фотодатчики в зонах наименьшего затенения с широкой диаграммой направленности и предусмотреть усиления сигнала. Дуговые защиты с использованием ВОЛС с современной микропроцессорной элементной базой рекомендуются для существующих электростанций без дуговой защиты или вместо датчиков, не действующих при ОЗЗ, а также для проектируемых электростанций.

Выводы:

1. Повышается надежность срабатывания основных защит ячеек КРУ – 6 кВ общестанционных собственных нужд электростанции при совместном применении в качестве дополнительной дуговой защиты.
2. Исключается возможность коротких замыканий через переходное сопротивление электрической дуги.
3. Уменьшается степень повреждения ячеек при попадании электрической дуги в цепи вторичной коммутации, которые могут привести к отказу действия основной защиты.

Литература:

1. Дорошев К. И. Комплектные распределительные устройства 6 – 35 кВ. М.: Энергоиздат, 1982.
2. Новая дуговая защита комплектных распределительных устройств/Демьянович М. В., Евреев А. И., Пименов А. В. и др. – Энергетик, 2001, №1.
3. Реле защиты комплектных распределительных устройств от электрической дуги/Нагай В. И., Цыгулев Н. И., Галкин А. И. и др. – Электрические станции, 1990, №12.