

**ПРИНЦИП ПОСТРОЕНИЯ ДУГОВОЙ ЗАЩИТЫ
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 6—10 кВ**

Защита шкафов КРУ 6—10 кВ от разрушающего действия открытой электрической дуги при к. з. на шинах является актуальной технической проблемой.

Общий принцип построения устройств дуговой защиты может быть сформулирован как ускорение действия максимальной токовой защиты КРУ по команде с датчика возникновения дуги. Поэтому основным элементом устройства дуговой защиты является датчик возникновения дуги, правильным выбором которого и определяется эффективность дуговой защиты.

Поскольку возникновение электрической дуги на шинах в замкнутом объеме шкафа КРУ сопровождается увеличением давления воздуха, то и в качестве датчиков возникновения дуги уже нашли применение датчики, представляющие собой выключатели, механически связанные с мембраной выхлопного клапана. Однако работают эти устройства не всегда удовлетворительно и установить их в КРУ ранних выпусков, находящихся в эксплуатации, невозможно. Обычная дифференциальная защита шин не дает возможности контролировать протекание аварийных токов через такие присоединения, как трансформатор с. н., трансформатор напряжения и другие, так как трансформаторы тока в этих ячейках отсутствуют, а специально устанавливать их слишком накладно.

Разрабатывается направление, связанное с использованием специального дугоулавливающего электрода и дополнительного трансформатора тока. При этом предполагается, что возникающая в шкафу дуга обязательно перебросится на этот электрод, что вызовет появление на выходе трансформатора тока сигнала, воздействующего на отключающую обмотку выключателя.

В последнее время многими научными коллективами бывшего СССР разрабатываются датчики возникновения дуги, фиксирующие ее световое излучение [1—5]. Работа таких датчиков в зоне мощных электромагнитных полей рассеяния, в том числе и электростатических, способствует ускоренному налипанию на светочувствительную поверхность слоя пыли и грязи, препятствующего нормальному функционированию защиты. С другой стороны, не исключены случаи ложного срабатывания датчиков из-за случайной засветки.

Известны технические решения, основанные на использовании световода с зависимой от температуры характеристикой, концы которого соединены с постоянно включенным источником излучения и приемником [6].

Предпринимаются попытки создания и более сложных датчиков, регистрирующих иные физические эффекты, сопровождающие горение дуги или использующие их в комбинации с регистрацией светового излучения. Интенсивные работы в этом направлении ведутся учеными. Предложены различные варианты дуговой защиты, основанные на регистрации температуры, светового и звукового излучения дуги, светового излучения, ударной волны и др.

Попытки повысить эффективность работы такой защиты приводят к ее усложнению. Например, одна из последних разработок (авт. свид. СССР № 1656630) содержит рабочий и тормозной фотодатчик, схему сравнения, пороговый элемент, логическую схему ИЛИ, исполнительный орган, одновибратор, логическую схему И, формирователь прямоугольных импульсов, дифференцирующее звено, счетчик импульсов и др. Такой набор узлов возможно и позволяет повысить эффективность защиты КРУ, однако при этом порождает и комплекс новых проблем, связанных с воздействием на высокочувствительные электронные узлы мощных электромагнитных полей, имеющих в КРУ, в частности, электромагнитного излучения широкого спектра частот, сопровождающего горение дуги. Проблема электромагнитной совместимости между силовым энергетическим оборудованием и микроэлектронными системами РЗА остро стоит перед специалистами всего мира и решение ее продвигается довольно медленно. В последнее время имеется тенденция к усугублению ситуации в связи с повсеместным ухудшением качества электроэнергии в сетях всех классов.

В связи с интенсивным развитием микропроцессорной техники за рубежом предпринимаются попытки применения микроЭВМ для определения фазового сдвига токов во всех подходящих и отходящих от сборных шин КРУ линиях [7]. А поскольку фазовый сдвиг является точным критерием направления потока мощности, то по возникновению такого сдвига может быть четко идентифицировано возникновение дугового к. з. внутри шкафа КРУ.

Опыт создания специальных интерфейсных реле, в том числе безобмоточных гермотронов на напряжение 6—10 кВ [8, 9], а также устройств максимальной токовой защиты на их основе [10] позволил автору предложить новый подход к построению воспринимающего органа устройства дуговой защиты.

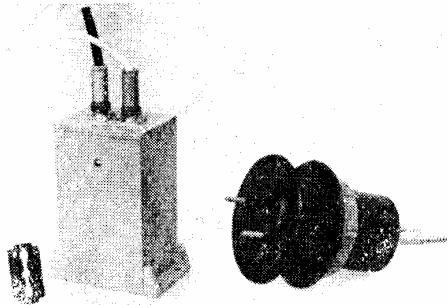


Рис. 1.

Разработанный воспринимающий орган состоит из набора шинных датчиков тока, выполненных на базе безобмоточных геркотронов типа «ВИКИНГ-21», кабельных датчиков тока и релейного блока (рис. 1). Датчики устанавливаются непосредственно на токоведущих шинах двух фаз и (или) на трехфазном кабеле с удаленным участком стальной брони, на входе КРУ и на всех его выходах.

Геркотрон типа «ВИКИНГ-21» представляет собой специальный полимерный изолятор, в котором установлен геркон, чувствительный к магнитной составляющей поля шин. Изолятор состоит из оребренной части, закрепляемой неподвижно на шине; внутреннего поворотного стакана с герконом и фиксирующей накидной гайки (рис. 2). Полость с герконом залита эпоксидным компаундом, а выводы геркона выполнены высоковольтным проводом типа ПВВ. Настройка геркотрона на заданный ток срабатывания производится путем поворота внутреннего стакана с герко-



Рис. 2.

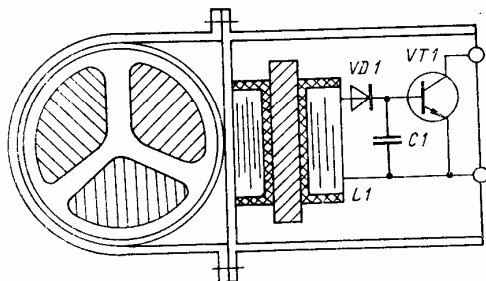


Рис. 3.

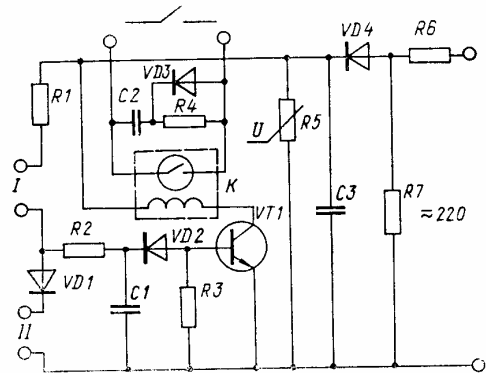


Рис. 4.

ном вокруг своей оси с последующей фиксацией его положения накидной гайкой.

Кабельные датчики выполнены в виде небольших пластмассовых модулей, укрепляемых на кабеле с помощью проволоочной петли (рис. 3). Чувствительный элемент этого датчика — катушка $L1$ при произвольном расположении вокруг оси кабеля всегда будет находиться в неодинаковых геометрических условиях относительно токоведущих жил (фаз) кабеля и поэтому воздействующее на него результирующее магнитное поле даже при трехфазном к. з. не равно нулю. Размещение внутри этого датчика усилительного каскада на высоковольтном транзисторе типа КТ605БМ позволяет существенно увеличить уровень сигнала в проводах, соединяющих этот датчик с релейным блоком, что исключает вероятность ложных срабатываний из-за наводок на эти провода.

Релейный блок (рис. 4) выполнен по хорошо зарекомендовавшей себя универсальной схеме, используемой также в приборах других типов [11] и представляет собой простейший усилительный каскад на одном транзисторе, связывающий интегрирующую цепочку $R2C1$ с выходным исполнительным элементом. Несмотря на схемную простоту, релейный блок выполняет одновременно несколько функций — логического элемента ЗАПРЕТ, фильтра, сглаживающего пульсации тока в цепи датчиков, усилителя мощности, элемента выдержки времени.

В качестве выходного коммутационного элемента использован геркон КЭМ-1, снабженный высокоэффективной искрогасящей цепью на элементах $C2$, $R4$, $VD3$, обеспечивающей коммутацию герконом от 1 до 10 параллельно включенных реле типа РП-23 при полном отсутствии дуги на контактах.

Активный элемент схемы — транзистор $VT1$ работает в устройстве с пятикратным запасом по напряжению и с десятикратным — по току, чем обеспечивается его высокая надежность работы. Конденсатор $C3$ обеспечивает срабатывание

устройства при глубоких провалах питающего напряжения вплоть до его полного исчезновения в течение нескольких секунд. Конденсатор $C1$, резистор $R2$ и стабилитрон $VD2$ осуществляют задержку срабатывания устройства на время около 0,1 с, повышающую устойчивость его работы.

Высокая помехоустойчивость обеспечивается за счет надежной гальванической развязки электронной схемы от высоковольтных силовых цепей (гермотроны) и от силовых низковольтных цепей (герконовое реле K), а также выбором режима работы активного элемента $VT1$ в усилительном, а не пороговом режиме. Высокочастотные и импульсные сигналы помех в принципе не в состоянии вызвать срабатывание входных и выходного герконов. От магнитных полей рассеяния реле K защищено ферромагнитным экраном.

На входы I и II релейного блока включаются параллельно выходы датчиков, установленных соответственно на двух фазах на входе и всех выходах КРУ. Выбор типа датчиков зависит от конкретной конструкции КРУ.

При к.з. вне шкафов КРУ токи к.з. воздействуют на входные и хотя бы на один выходной датчик. В результате этого сигналы поступают и на запускающий вход I и на запрещающий вход II , при этом сигнал в нагрузке отсутствует.

При дуговом замыкании на шинах КРУ ток к.з. воздействует только на входные датчики (вход I). Сигналов на запрещающем входе II нет.

В результате этого релейный блок срабатывает с выдержкой времени $\tau=0,1$ с и включает нагрузку.

Релейный блок размещен в диэлектрическом корпусе с передним присоединением (под разъемы или винты) и имеет габариты $65 \times 50 \times 115$ мм, гермотроны «ВИКИНГ-21» имеют габариты 90×120 мм, кабельный датчик — $50 \times 40 \times 40$ мм.

Гермотроны на стадии поставки выдерживают испытательное одноминутное напряжение тока промышленной частоты 60 кВ. Конструкцией геркотронов предусмотрена независимая настройка

каждого из них в зависимости от исполнения в трех диапазонах: 400—1500 А; 1500—5000 А; 5000—15000 А. Коэффициент возврата геркотронов «ВИКИНГ-21» достигает 0,85.

Выводы

Описанное устройство успешно испытано в опытной эксплуатации в электрических сетях ПЭО «Харьковэнерго» и «Смоленскэнерго». Положительные заключения на устройство получены из ЛьвовОРГРЭС, института «Укрэнергопроект». В настоящее время устройство готовится к серийному производству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реле защиты комплектных распределительных устройств от электрической дуги / В. И. Нагай, Н. И. Цыгулев, А. И. Галкин и др. // Электр. станции.— 1990.— № 12.— С. 83—85.
2. Сухорукин И. В., Бочаров Н. В. Реле защиты от дуговых замыканий // Электр. станции.— 1990.— № 5.— С. 89—91.
3. Никитаев О. В., Селивахин А. И. Применение дуговых защит в комплектных распределительных устройствах сельскохозяйственных подстанций // Эксплуатация устройств с-х. электроснабжения.— Л., 1989.— С. 44—48.
4. Серeda Н. Н., Харитонов В. В. Применение фототиристоров для защиты сетей при дуговых коротких замыканиях // Матер. семинара «Новые комплектные электроустройства».— М., 1990.— С. 53—57.
5. Вайнштейн В. Л., Сурвилло Б. А. Фотореле защиты ячеек КРУ и КРУН от открытых электрических дуг // Пром. энергетика.— 1991.— № 1.— С. 27.
6. Пат. ФРГ № 3905335, МКИ H02H7/22.
7. Пат. ГДР № 2711397, МКИ H01H33/26.
8. Гуревич В. И., Кривцов В. В. Интерфейсные реле // Электротехника.— 1990.— № 6.— С. 71—75.
9. Гуревич В. И., Намиток К. К., Савченко П. И. Геркотроны и их применение в технике // Изв. вузов. Сер. Энергетика.— 1989.— № 9.— С. 55—58.
10. Кривцов В. В., Гуревич В. И. Новые принципы построения устройств максимальной токовой защиты на магнитоуправляемых контактах // Изв. вузов. Сер. Энергетика.— 1991.— № 6.— С. 38—43.
11. Гуревич В. И. Принципы повышения помехоустойчивости статических реле тока // Энергетика и электрификация.— 1992.— № 2.— С. 16—18.

Материал поступил в редакцию 14.04.92

© Гуревич В. И., 1992