

Устройства защиты трансформаторов тока от обрыва вторичной цепи

Гуревич В. И., канд. техн. наук (Израиль)

Как известно, работа трансформаторов тока (ТТ) с открытой вторичной цепью не допускается из-за возникновения высокого напряжения на выводах разомкнутой вторичной обмотки. Однако по разным причинам иногда в работающем ТТ эта цепь оказывается разомкнутой. Чаще всего это происходит с многообмоточными ТТ, у которых одна или несколько обмоток не используются. Тогда при выпадании перемычки, закорачивающей такие обмотки, никакого нарушения работы ТТ ни в цепях релейной защиты, ни в цепях измерения не происходит, и он остается работать в весьма опасном для него режиме с высоким напряжением (3–5 кВ), наводимым на вторичной низковольтной обмотке. Из практики работы автора известно несколько случаев взрыва ТТ наружной установки класса 160 кВ вследствие выпадания перемычки из клеммника вторичной обмотки. Проведенный анализ позволил установить, что после самопроизвольного размыкания одной из вторичных обмоток в ней возникли интенсивные частичные разряды, сопровождавшиеся выделением взрывоопасных газов из разрушаемой изоляции. Эти газы скапливались в верхней части трансформатора, и при определенных атмосферных условиях происходил их взрыв с полным разрушением ТТ и тяжелыми последствиями для сети (однажды отключился блок крупной тепловой электростанции).

Для предотвращения таких случаев автором разработано простое устройство, автоматически закорачивающее вторичную обмотку ТТ при повышении на ней напряжения выше некоторого допустимого уровня. К устройству предъявляются по крайней мере два требования:

оно не должно влиять на работу устройств измерения и релейной защиты даже при 20–30-кратных (относительно номинального) токах в первичной цепи ТТ;

оно должно функционировать без внешнего источника питания.

В стандарте ANSI/IEEE C57.13-1978 (IEEE Standard Requirements for Instrument Transformers) приведены значения напряжений на вторичной обмотке ТТ при 20-кратных токах в первичной цепи и стандартной нагрузке во вторичной цепи. В соответствии с этим стандартом макси-

мальные напряжения для измерительных ТТ максимальной мощности с вторичным номинальным током 5 А могут достигать 100 В, для ТТ релейной защиты — 800 В. Для ТТ с меньшим номинальным вторичным током (например, 1 А) эти значения будут еще больше. Конечно, на практике далеко не всегда используются ТТ максимальной мощности, тем не менее устройство защиты не должно срабатывать при напряжениях меньше этих максимальных значений, чтобы не мешать функционированию релейной защиты или устройств регистрации токов аварийных режимов. Для этого используют в качестве коммутационного элемента электромеханическое реле с магнитной или механической блокировкой положения после срабатывания. Такие реле (“latching relays”) выпускаются компаниями “Gruner AG”, “Enbray”, “Cooper Bussmann Ltd”, “Finder” и др.

Разработано две модификации защитного устройства: простое и дешевое — для защиты измерительных трансформаторов (рис. 1) и несколько более сложное — для ТТ релейной защиты (рис. 2). Принцип действия обоих устройств одинаков: срабатывание реле с блокировкой и закорачивание обмотки ТТ при повышении напряжения на входе выше уровня (100 и 800 В), необходимого для нормального функционирования соответственно устройств измерения (регистрации) и защиты. С учетом того, что режим коммутации реле при таких напряжениях довольно тяжелый, устройства снабжены элементами (накопительный конденсатор, стабилитрон, тиристор), формирующими в обмотке этого реле импульс тока с требуемыми значениями мощности и длительности и обеспечивающими надежное и быстрое срабатывание реле.

В устройстве второй модификации имеются дополнительный делитель напряжения, выполненный на конденсаторах $C1$ – $C3$ и резисторе $R1$, а также варистор, напряжение срабатывания (“clamping voltage”) которого равно 600–800 В. Этот варистор является элементом, запускающим схему при появлении на ней напряжения, превышающего 600–800 В.

В реле с блокировкой (LR) есть дополнительный контакт, который может использоваться для дистанционной сигнализации о сраба-

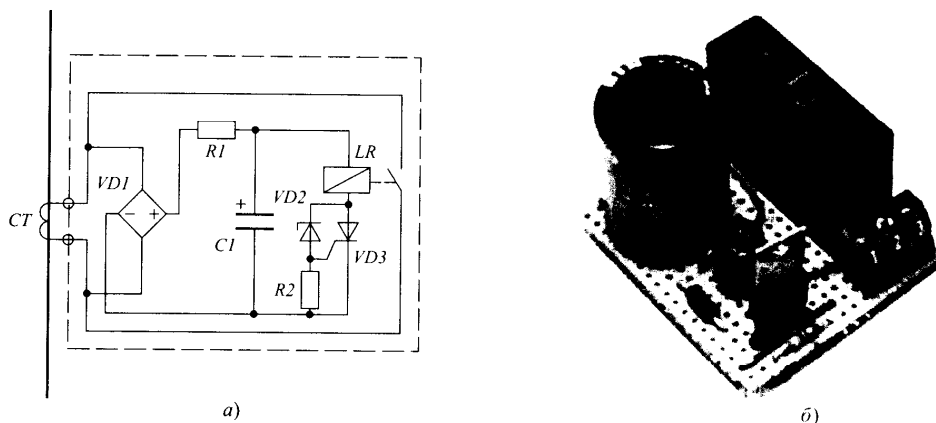


Рис. 1. Принципиальная схема (а) и внешний вид (б) защитного устройства для измерительного ТТ

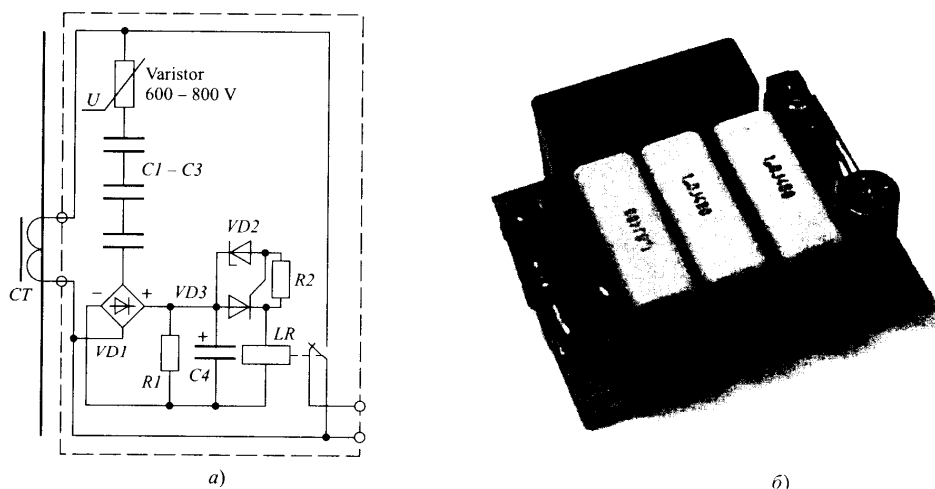


Рис. 2. Принципиальная схема (а) и внешний вид (б) защитного устройства для ТТ, питающего реле

тывании. Возврат реле в исходное состояние должен осуществляться вручную после устранения причины срабатывания.

Оба устройства выполнены в виде небольших модулей с печатным монтажом, размещенных в необходимом количестве (для многообмоточных ТТ) в защитном кожухе и подключенных непосредственно к выводам ТТ. Устройства испытывали в лабораторных условиях при подаче на них переменного напряжения от источника питания с токоограничением. Особенно тщательно проверяли защитное устройство второй (высоковольтной) модификации. Было установлено, что при напряжении 700 В время срабатывания устройства составляет около 3 с, а при напряжении 800 В — 50 мс. Такая временная зависимость

обеспечивает дополнительную селективность (задержку срабатывания) защитного устройства по отношению к релейной защите. Это защитное устройство испытывали также на реальном многообмоточном ТТ наружной установки (фирмы ASEA) класса 170 кВ, мощностью 90 В · А (на обмотке 1200/5 А). Через первичную обмотку ТТ пропускали ток 1000 А, а затем удаляли перемычку, закорачивающую обмотку с подключенным к ней защитным устройством (остальные обмотки оставались закороченными). При этом защитное устройство мгновенно срабатывало, и реле своими контактами закорачивало эту обмотку. Проведенный несколько раз эксперимент подтвердил надежную работу устройства.