



УДК 621.316.3

Новые принципы построения встроенных индикаторов высокого напряжения для комплектных распределительных устройств¹

ГУРЕВИЧ В. И., канд. техн. наук

НТП «Инвентор», Харьков

Встроенные в КРУ индикаторы высокого напряжения (ВН) позволяют исключить работу персонала с крупногабаритными переносными указателями под напряжением и использовать последние лишь для подтверждения отсутствия высокого напряжения, что уменьшает опасность электротравматизма. По этой причине встроенные стационарные индикаторы ВН получили широкое распространение за рубежом, особенно в современных малогабаритных конструкциях.

Все известные зарубежные устройства такого рода содержат, как правило, датчики, выполненные или на базе изоляторов специальной конструкции — из эпоксидного компаунда специальных марок с искусственно пониженным объемным электрическим сопротивлением, обеспечивающим протекание необходимого для работы индикаторов тока утечки (Sachsenwerk AG, Arnold Electro Industrie), или в виде керамических изоляторов, снабженных дополнительным металлическим электродом (кольцом), образующим емкостной делитель напряжения (устройства типов GEC-3B, JYN, GBC-35F, GSN, UMN японских и китайских фирм). В качестве индикаторных элементов всеми фирмами применяются неоновые лампы (по одной на каждую фазу), устанавливаемые на фасаде шкафа КРУ. Включение устройства производится обычно с помощью нажимного выключателя (GSN, Китай) или выемной двухполюсной вилки (F&G Energetechnik AG, Германия).

В СНГ устройства такого рода до сих пор не применялись, что в ряде случаев препятствовало реализации КРУ зарубежными потребителями. Так, одна из югославских фирм, проводящая реконструкцию Новолипецкого металлургического комбината, в качестве условия приобретения для этого комбината КРУ, производимых заводом «Электроштит», потребовала введения в них встроенных индикаторов. В связи с этим заводу пришлось установить в КРУ опытные образцы индикаторов ВН.

Ввиду необходимости повышения технического уровня производимой продукции некоторыми заводами СНГ, серийно выпускающими КРУ, принято решение о применении в них встроенных индикаторов. В частности, уже в 1992 г. планируется комплектация такими устройствами КРУ типа К-104, выпускаемых Московским заводом «Электроштит», КРУ типа КРН-IV, изготавливаемых Мытищинским электромеханическим заводом, а также КСО, производимых Криворожским заводом ЗЭМИ-5.

Встроенные индикаторы ВН разрабатываются под руководством автора данной статьи в НТП «Инвентор» [1, 2].

Проведенные исследования позволили установить принципиальные недостатки известных конструкций встроенных ста-

ционарных индикаторов ВН, значительно ухудшающие их потребительские свойства. Важнейшим из них является отсутствие учета психологического фактора, состоящего в том, что оператор, видя негорящие неоновые лампочки на фасаде шкафа КРУ, забывает о необходимости включения устройства путем изъятия вилки из гнезда или включения переключателя и делает вывод об отсутствии ВН на том основании, что наблюдаемые им индикаторные элементы не светятся.

В условиях повышенной влажности воздуха или при выпадении росы мощность сигнала, снимаемого с емкостного датчика, резко уменьшается, что приводит к повышению нижнего порога индицируемого напряжения, значительному увеличению паузы между импульсами света, излучаемыми неоновыми лампочками, и в целом влечет за собой смещение режима работы устройства к границе его устойчивости, а это недопустимо для устройств такого рода.

Наличие только одного индикаторного блока на фасаде шкафа КРУ при установке нескольких шкафов в ряд может привести к ошибке, когда для проведения работ снимается задняя панель не того шкафа, на фасаде которого контролировалось наличие ВН.

При загрязнении опорного изолятора высокий потенциал может быть вынесен на элементы индикатора. Разрядники, выпускаемые предприятиями СНГ для защиты от перенапряжений, практически непригодны для применения в указанных устройствах. Пробивные предохранители типа ПП-А-ЗУЗ негерметичны и при воздействии влаги из-за снижения сопротивления изоляции шунтируют собой полезный сигнал с датчиков. Герметичные газонаполненные разрядники, например, типов Р-4, Р-6 обладают недостаточной мощностью, а вакуумные разрядники типа РВУ-3 слишком громоздки и имеют стоимость, на порядок превосходящую стоимость самого устройства. Оксидно-цинковые варисторы, например, типов СН2-2, РНС-60, а также полупроводниковые разрядники на основе лавинных тиристорных структур обладают недостаточно высоким сопротивлением и непригодны для работы в индикаторах ВН из-за своего шунтирующего воздействия на датчики. Кроме того, все разрядники предназначены для кратковременного пропускания рабочего тока в импульсном режиме, тогда как при перекрытии изолятора возникает режим однофазного замыкания на землю, при котором сопровождающий ток может протекать через разрядник в течение многих часов.

С помощью известных конструкций встроенных индикаторов нельзя проверять правильность фазировки высоковольтных цепей после проведения ремонтных или других регламентных работ. А это вынуждает возвращаться к работе с пере-

¹ В порядке обсуждения. *Ред.*

носными указателями под напряжением в стесненных объемах современных КРУ.

Выявленные недостатки встроенных индикаторов ВН потребовали разработки некоторых новых принципов их построения:

индикаторные элементы должны быть постоянно скрыты от непосредственного обзора оператора;

при включении устройства должны автоматически открываться индикаторные элементы;

увеличение мощности сигнала, подводимого с датчиков к индикаторным элементам, может быть достигнуто за счет уменьшения числа последних таким образом, чтобы датчики всех трех фаз работали на один индикаторный элемент. При этом должен быть предусмотрен резервный индикаторный элемент, автоматически включаемый при выходе из строя основного элемента;

в устройстве должна предусматриваться возможность установки двух индикаторных блоков: на фасаде шкафа КРУ и со стороны задней съемной панели, при этом они должны быть заблокированы таким образом, чтобы в режиме индикации ВН мог находиться всегда только один из них (для увеличения мощности сигнала, подводимого к индикаторным элементам); датчики устройства должны быть защищены заземленным экраном, предотвращающим вынос высокого потенциала на индикаторные блоки и допускающим длительное протекание токов утечки;

желательно, чтобы наряду с функциями контроля наличия напряжения устройство могло выполнять и функции указателя фазировки высоковольтных цепей;

устройство должно сохранять работоспособность при исчезновении сигнала с одного из датчиков (обрыв соединительного провода, однофазное замыкание на землю и т. п.).

Изложенные принципы построения отражены в технических условиях ИР.100.001 на устройство УИН-10, согласованных в установленном порядке с Московским заводом «Электрощит», ВНИПИ «Тяжпромэлектропроект», ВНИИ охраны труда и другими заинтересованными организациями.

На основе этих принципов с учетом замечаний указанных организаций, а также ГПИ «Энергосетьпроект» и Глав-

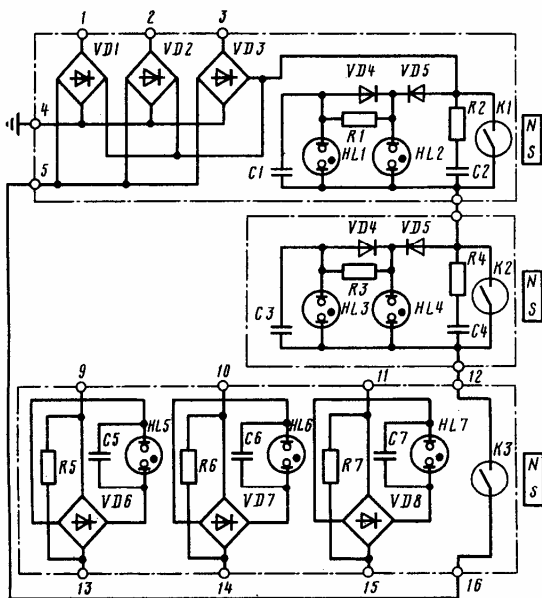


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема устройства УИН-10 для КРУ 6—10 кВ

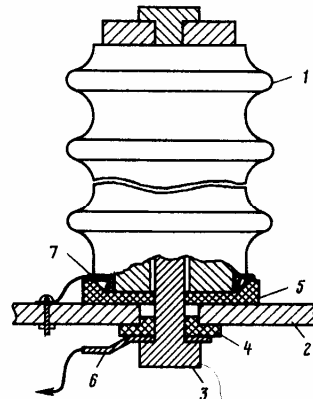


Рис. 2. Схема установки элементов датчика и защитного электрода: 1 — опорный изолятор; 2 — заземленная металлоконструкция шкафа КРУ; 3 — болт для крепления изолятора; 4 и 5 — диэлектрические втулка и прокладка; 6 — токосъемный электрод датчика; 7 — металлический кольцевой электрод в виде проволоки или ленты

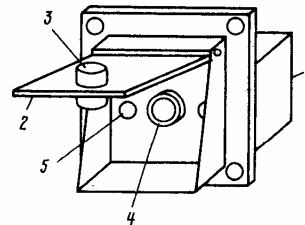


Рис. 3. Конструкция корпуса индикаторного блока: 1 — корпус; 2 — откидная крышка; 3 — постоянный магнит; 4 — окно основного индикаторного элемента; 5 — окно аварийного индикаторного элемента

техуправления Минэнерго создано простое и высокоэффективное устройство, превосходящее по совокупности потребительских свойств лучшие зарубежные образцы.

Устройство УИН-10 состоит из трех индикаторных блоков (рис. 1) и набора датчиков, устанавливаемых под опорными изоляторами трех фаз (рис. 2).

Все индикаторные блоки размещены в одинаковых корпусах с откидной самозакрывающейся крышкой (рис. 3). Первый и третий индикаторные блоки устанавливаются рядом на фасаде шкафа КРУ, а второй — со стороны задней съемной панели. Выводы 1—3 первого и выводы 9—11 третьего индикаторных блоков соединяются с емкостными датчиками трех фаз, установленными под опорными изоляторами после вводного выключателя КРУ, а выводы 13—15 третьего индикаторного блока — соответственно до выключателя.

Первый и второй блоки являются индикаторами наличия напряжения на токоведущих частях, а третий блок — индикатором фазировки высоковольтных цепей.

Разработчиком устройства УИН-10 предусмотрено, что в конкретной конструкции распреустройства того или иного типа может быть признано целесообразным использование лишь отдельных блоков, например, первого и третьего или только первого и т. д. В этом случае отсутствующие блоки заменяются перемычкой, включаемой между соответствующими выводами оставшихся блоков.

Конструкцией индикаторных блоков (см. рис. 3) предусмотрено, что в дежурном режиме индикаторные элементы — неоновые лампы постоянно закрыты непрозрачной откидной крышкой 2, на которой установлен постоянный магнит 3.

Крышка расположена под углом к вертикали, поэтому в опущенном состоянии на нее действует горизонтальная составляющая силы тяжести, прижимающая ее к корпусу. При поднятии крышки становятся видны основной (в центре) и аварийный (смещенный от центра) индикаторные элементы (неоновые лампы). Одновременно происходит и автоматическое включение данного блока герметичным магнитоуправляемым контактом, установленным в зоне воздействия постоянного магнита. При отпуске крышки она самостоятельно падает, при этом геркон под действием поля постоянного магнита замыкается, шунтируя схему, и возвращает устройство в исходное (выключенное) состояние. Надежное функционирование геркона с постоянным магнитом подтверждается многолетним опытом эксплуатации устройств охранной сигнализации, работающих на таком же принципе.

Накопительный конденсатор $C2$ заряжается от трехфазного выпрямительного моста $VD1—VD3$ напряжением, наведенным емкостным током утечки через опорные изоляторы. Заряжающийся конденсатор $C2$ является источником тока для зарядки конденсатора $C1$ через диод $VD5$ и резистор $R1$. Однако рост напряжения на конденсаторе $C1$ происходит с отставанием во времени относительно напряжения на конденсаторе $C2$ из-за ограничения зарядного тока резистором $R1$. При достижении на конденсаторе $C2$ напряжения примерно 70–80 В неоновая лампа $HL2$ зажигается, ее сопротивление резко падает и конденсаторы $C1$ и $C2$ разряжаются через нее, создавая вспышку света. После разряда конденсаторов и снижения напряжения на них лампа $HL2$ гаснет, ее высокое сопротивление восстанавливается и процесс повторяется с частотой 3–10 Гц до тех пор, пока открыта крыш-

ка. При повреждении лампы $HL2$ автоматически начинает работать релаксационный генератор на элементах $HL1$, $C1$, $R1$ и мигать аварийная лампа $HL1$.

Второй индикаторный блок работает аналогично. Третий индикаторный блок представляет собой три отдельных релаксационных генератора, включенных между фазами контролируемых цепей. Если эти цепи сфазированы, то напряжение между выводами 9 и 13, 10 и 14, 11 и 15 отсутствует и свечения неоновых ламп нет. Напряжение между этими выводами появляется при неправильной фазировке высоковольтных цепей. При этом начинают мигать соответствующие неоновые лампы.

Металлический кольцевой электрод на изоляторе предотвращает вынос высокого потенциала на индикаторные блоки при увеличении тока утечки в случае сильного загрязнения изолятора или при его перекрытии. Экспериментальные исследования, проводившиеся в лабораториях НТП «Инвентор» и Московского завода «Электроштит», подтвердили соответствие описанного устройства всем требованиям технических условий ИР.100.001.

Выпуск устройств УИН-10 будет начат в 1992 г. на НТП «Инвентор» (310091, Харьков, а/я 1868).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич В. И. Комплекс устройств релейной защиты и автоматики на базе высоковольтных изолирующих интерфейсов для сетей 6–10 кВ. — Промышленная энергетика, 1991, № 6.
2. Гуревич В. И. Шинные индикаторы высокого напряжения для комплектов распределительных устройств 6–10 кВ. — Электрические станции, 1991, № 8.