

Применение геркотронов в устройствах релейной защиты горных электроустановок

ГУРЕВИЧ В. И., канд. техн. наук
Институт механизации и электрификации сельского хозяйства

Геркотроны — новые аппараты управления широкого применения, представляющие собой быстродействующие герконовые реле с высоковольтной изоляцией между входом (обмоткой возбуждения) и выходом (герконом). Изоляция выполняется из полиэтилена, фторопласта, полиметилметакрилата с использованием заливочных компаундов. Для выравнивания электрического поля применяются экраны из немагнитных металлов, а защита от внешних магнитных полей осуществляется с помощью стальных экранов.

Создано много разновидностей геркотронов [1—3], в том числе с регулируемым порогом срабатывания, зависимой от тока выдержки времени, магнитной «памятью», встроенным полупроводниковым коммутирующим элементом, высоковольтными коммутирующими элементами и т. д.

Использование геркотронов в устройствах релейной защиты и автоматики горных электроустановок напряжением выше 1000 В позволяет существенно упростить и удешевить эти устройства, поскольку один геркотрон заменяет собой высоковольтный трансформатор тока и электромеханическое реле. Собственное время срабатывания геркотронов на порядок меньше времени срабатывания обычных электромеханических реле, что повышает безопасность в аварийных режимах за счет уменьшения вероятности прожога дугой стенок взрывобезопасной оболочки аппаратов или разрушения ее образующимися под оболочкой газами. Геркотроны являются взрывобезопасными элементами, хорошо сочетающимися с силовыми полупроводниковыми (тиристорными) коммутирующими элементами, а также с микроэлектронными и герконовыми элементами управления. Переход на аппаратуру, выполненную полностью на статических взрывобезопасных элементах (зали-

тых, например, эпоксидным компаундом), позволяет значительно снизить металлоемкость взрывобезопасного оборудования.

Минимальный ток срабатывания геркотронов — 5 мА, что позволяет создавать на их основе высокочувствительные защиты. Разброс порога срабатывания относительно зафиксированного уровня не превышает $\pm 0,3\%$, благодаря чему возможно использование геркотронов в качестве измерительных органов тока. Геркотроны обладают высокой надежностью [4], имеют близкий к единице коэффициент возврата, не требуют обслуживания.

Ниже рассмотрены некоторые примеры применения геркотронов в горных электроустановках.

1. Обычно КРУ разрезом, силовые трансформаторы и высоковольтные двигатели оборудуются максимальной токовой защитой. Наибольшее распространение получили защиты без выдержки времени — токовые отсечки. На рис. 1 приведена схема токовой отсечки косвенного действия с непосредственным воздействием на привод выключателя. Неизолированные трансформаторы тока $ТТ1$ и $ТТ2$ выполнены в виде стальных скоб (с намотанными на них без высоковольтной изоляции обмотками), насаженных непосредственно на шины. Геркотроны $Г1$ и $Г2$ соединены с трансформаторами тока высоковольтным кабелем типа РМПВН или ПВВ.

Отпирание симметричного тиристора V (типа ТС-160) происходит при первом замыкании одного из геркотронов, последующие замыкания (при вибрации в переменном магнитном поле) являются подтверждающими. Устройство, выполненное по такой схеме, отличается повышенной надежностью и быстродействием (время срабатывания не более 5 мс).

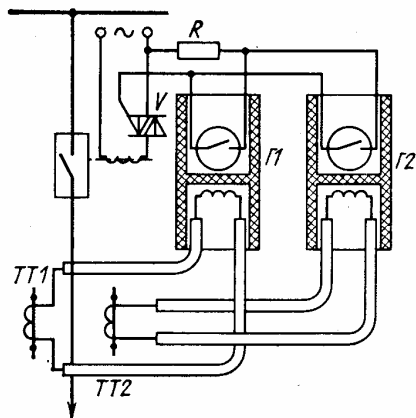


Рис. 1. Схема токовой отсечки на геркетронах

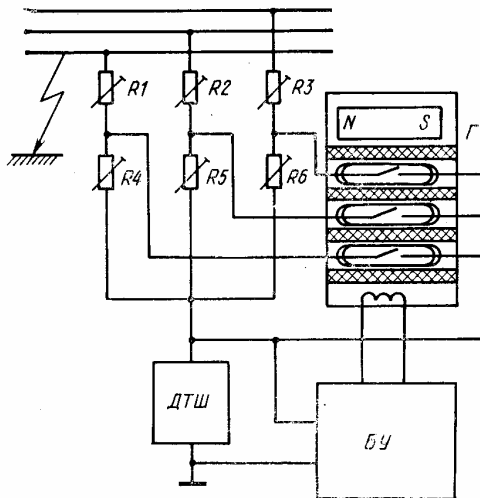


Рис. 2. Устройство защиты шахтных сетей от перенапряжений: ДТШ — диодно-тиристорный шунт; БУ — блок управления

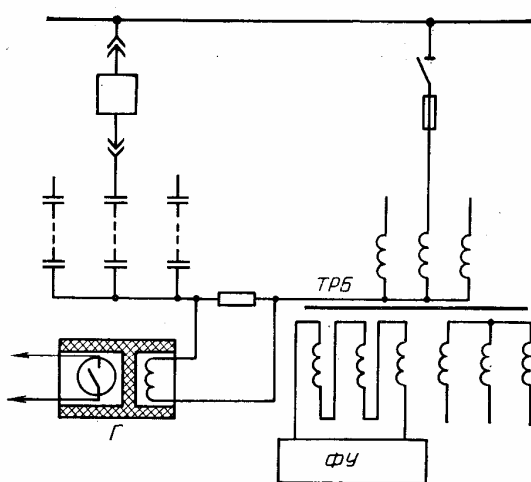


Рис. 3. Устройство защиты конденсаторных батарей: ТРБ — трансформатор разрядного блока; ФУ — фазорегулирующее устройство

Особые преимущества дает использование этого устройства на подвижных объектах: в экскаваторных КРУ, системах защит двигателей комбайнов и врубковых машин. В отличие от известных защит с герконами, размещенными на изоляционном расстоянии от шины и непосредственно реагирующими на ее магнитное поле, устройство на геркетроне позволяет, во-первых, повысить помехозащищенность путем выведения чувствительного органа из зоны действия поля системы шин (или соответствующей его ориентации), во-вторых, значительно расширить пределы контролируемого тока. Так, в [5] показано, что при необходимости соблюдения нормированных изоляционных расстояний между герконом и токоведущей шиной чувствительности герконов часто не хватает для обеспечения требуемой чувствительности защиты. С помощью геркетронов можно получить высокую чувствительность защиты.

2. В соответствии с требованием Инструкции по безопасной эксплуатации и обслуживанию электрооборудования и электросетей на разрезах разрешается применение АПВ, обеспечивающего значительный экономический эффект, при условии, что сопротивление изоляции контролируемого присоединения будет не ниже допустимого уровня. Это значит, что ячейка распределительной подстанции, оборудованная АПВ, должна иметь контроль изоляции линии в отключенном состоянии [6].

Харьковским институтом механизации и электрификации сельского хозяйства совместно с Днепропетровским горным институтом им. Артема разработано устройство АПВ с контролем изоляции в межтоковую паузу на основе геркетронов, выполняющих роль и измерительных органов, и коммутирующих аппаратов (обеспечивают подключение блока контроля изоляции непосредственно к ВЛ 6 кВ). В последнем случае геркетрон (140×80×55 мм) выполняется трехполюсным на базе высоковольтных вакуумных герконов типа МКА-52141; напряжение питания управляющей обмотки — 12 В, потребляемый ток — 0,3 А.

3. Геркетроны такой же конструкции, но с постоянным магнитом применяются в устройствах защиты шахтных сетей от перенапряжений. Высокая экономическая эффективность средств защиты от коммутационных перенапряжений в шахтных кабельных сетях известна [7]. Однако хорошие защитные свойства наиболее совершенных в настоящее время средств защиты — нелинейных ограничителей типа ОПНР-6 — оказались в определенной мере трудно реализуемыми вследствие того, что в шахтных кабельных сетях 6 кВ с изолированной нейтралью наблюдаются частые однофазные замыкания на землю, длительность которых превышает регламентируемое ПУЭ значение (2 ч). В этом режиме работы к ограничителям перенапряжений длительно приложено линейное напряжение, что, как правило, приводит к выходу их из строя.

В устройстве защиты от перенапряжений (рис. 2), разработанном совместно с МакНИИ по безопасности работ в горной промышленности, геркетрон закорачивает дополнительные нелинейные резисторы R4—R6 в нормальном режиме работы (герконы замкнуты под действием поля постоянного магнита). Защита от коммутационных перенапряжений в этом режиме обеспечивается с помощью нелинейных резисторов R1—R3.

При замыкании на землю одной из фаз высокого напряжения в нулевой точке звезды появляется нескомпенсированное напряжение, которое после усиления полупро-

водниковым усилителем поступает на обмотку управления геркотрона. При срабатывании геркотрона и размыкании контактов последовательно с основными нелинейными резисторами $R1-R3$ оказываются включенными дополнительные нелинейные резисторы $R4-R6$.

4. В электроустановках на поверхности горных предприятий широко применяются конденсаторные батареи напряжением 6 кВ на ГПП, которые должны быть оснащены защитой от междуфазных к. з. Наиболее просто и надежно такая защита может быть реализована с помощью геркотронов (рис. 3). Фазорегулирующее устройство служит для смещения нейтрали разрядного блока (выполнен в виде пятистержневого трансформатора с вторичной обмоткой, соединенной в разомкнутый треугольник) в положении, устраняющее асимметрию батареи [8].

При исправных конденсаторах батареи напряжение между нейтралью батарей и разрядного блока поддерживается (с помощью фазорегулирующего устройства) равным нулю. При повреждении конденсаторов батареи напряжение между указанными нейтралью возрастает, и происходит срабатывание геркотрона.

5. В настоящее время электроснабжение высокопроизводительных горных комплексов переводится на напряжение 1140 В. Внедрение геркотронов в сетях 1140 В позволит получить значительный экономический эффект, поскольку применяемые в горных электроустановках трансформаторы тока на напряжение 10 кВ (типов ТПЛ-10, ТВЛМ-10, ТПОЛ-10 и др.) слишком громоздки и дороги для сетей 1140 В, в то время как геркотроны на такое напряжение (рис. 4) предельно просты и дешевы.

Благодаря простоте конструкции геркотронов значительное их количество было изготовлено в условиях мастерских путем протачивания корпуса-изолятора из полиэтиленовой или фторопластовой заготовки с последующей установкой геркона и обмотки и заливкой эпоксидным компаундом. Удовлетворительные результаты дает также использование органического стекла.

Изготовление геркотронов некоторых конструкций, например на рис. 4, даже не требует токарных работ (можно использовать катушку любого подходящего реле).

Геркотроны более совершенных и сложных конструкций (с регулируемым порогом срабатывания) переданы в промышленное производство.

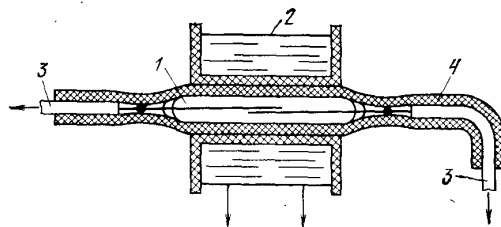


Рис. 4. Геркотрон на напряжение 1140 В: 1 — геркон; 2 — обмотка управления; 3 — низковольтный монтажный провод; 4 — трубка из термоусаживающегося облученного полиэтилена типа «Термопад» или ТТЭ-С

В заключение следует отметить, что использование геркотронов возможно и в других устройствах системы релейной защиты горных электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гуревич В. И. Высоковольтные слаботочные коммутирующие устройства на герконах. — ЭП. Аппараты высокого напряжения, трансформаторы, силовые конденсаторы, 1981, вып. 3.
2. Гуревич В. И., Савченко П. И. Геркотроны — новые устройства дистанционного управления высокопотенциальными цепями. — Электронная техника. Электровакуумные и газоразрядные приборы, 1984, вып. 4.
3. Гуревич В. И., Яковлев В. А. Геркотроны с регулируемым порогом срабатывания. — ЭП. Аппараты высокого напряжения, трансформаторы, силовые конденсаторы, 1984, вып. 9.
4. Гуревич В. И., Савченко П. И. Надежность геркотронов и систем управления на их основе. — В кн.: Совершенствование электрооборудования сельскохозяйственных предприятий и аграрных комплексов. — М.: МИИСП, 1982.
5. Бороденко В. А. Автоматика отделения подстанции от питающего источника. — Энергетик, 1981, № 7.
6. Котлярчук В. А., Заварыкин Б. С. Распределительные устройства электрических сетей разрезом. — М.: Недра, 1982.
7. Мнухин А. Г. Экономическая эффективность координации изоляции в шахтных кабельных сетях 1140 В. — В кн.: Электробезопасность на горнорудных предприятиях черной металлургии СССР. Днепропетровск-Марганец, 1979.
8. А. с. 395944 (СССР). Устройство защиты шунтовых конденсаторных батарей/ Опубл. в Б. И., 1973, № 35.

