

# УСТРОЙСТВА ГРОЗОЗАЩИТЫ АППАРАТУРЫ КЭБ



**С.В. ГУРОВ,**  
начальник сектора разработки  
ЗАО «Ассоциация АТИС»



**А.Л. ЗОРИЧЕВ,**  
технический директор  
ЗАО «Хаккель Рос»

За время эксплуатации аппарата гродозащиты системы КЭБ показала свою надежность. Сегодня рассматривается возможность применения этих устройств для защиты других технических средств ЖАТ, в частности релейной аппаратуры АБЧК.

## АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ КЭБ-2

■ Разработка кодовой автоматической блокировки на электронной элементной базе КЭБ-2 в 1990–2000 гг. велась с учетом всех требований ГОСТов, касающихся электромагнитной совместимости. Впервые эта система была внедрена на Октябрьской дороге. И хотя система еще не была оборудована устройствами гродозащиты в соответствии с ТР-410604, отказов от воздействия грозовых перенапряжений практически не было. Это объясняется в первую очередь хорошей проводимостью почвы, благодаря чему в рельсовых цепях и кабельных линиях снижаются токи, наведенные грозовыми импульсами.

При внедрении КЭБ-2 на участках повышенной грозовой активности со скальными грунтами на Свердловской дороге под влиянием грозовых перенапряжений в 2005 г. произошло 20, а в 2006 г. – 35 отказов. В 90 % случаев повреждались блоки, электрические цепи которых выходили за пределы релейного шкафа. Защита цепей питания перегонной и станционной аппаратуры, в том числе со стороны рельсовой цепи, выполненная в соответствии с указаниями РУ-90, для электронной аппаратуры оказалась неэффективной.

В 2006 г. сотрудники института «Гипротрансигналсвязь», специалисты ЗАО «Ассоциация АТИС» и ЗАО «Хакель Рос» разработали схемы защиты микропроцессорной автоблокировки КЭБ-2. В качестве основных элементов были взяты современные, мощные и надежные устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП).

Были предложены схемы защиты аппаратуры КЭБ от перенапряжений, проникающих в устройства через цепи питания, смены направления, рельсовые цепи, и линии связи (ТР-410604).

Для защиты рельсовых цепей от продольных перенапряжений в цепях «провод–земля» применены многоазорные угольные разрядники HS50-50 (HS-50-50 RW), не имеющие опасного для данной цепи отказа – короткого замыкания.

В 2006 г. УЗИП установили в релейных шкафах четырех сигнальных точек наиболее грозоопасного перегона Свердловской дороги – Нейва – Шурала (рис. 1). За период грозовой активности 2007 г. на

дороге было зафиксировано 22 отказа по причине неисправности аппаратуры КЭБ-2. Вместе с тем на участке, где использовались УЗИП, таких случаев не было, что подтвердило эффективность разработанной защиты.

В соответствии с разработанными временными нормами «Защита систем железнодорожной автоматики и телемеханики от атмосферных и коммутационных перенапряжений. Характеристики импульсных воздействий на системы ЖАТ» и по указанию Департамента автоматики и телемеханики ЦДИ аппаратура защиты КЭБ-2 прошла предварительные комплексные испытания на базе лаборатории ИЛ ЭМС ВИТУ (Санкт-Петербург). По их результатам дополнительно были установлены защитные устройства в цепи управления светофорами, контроля свободности перегона, разработана оптимальная конструкция блоков (БЗИП) для размещения устройств защиты.

Позже, в той же лаборатории аппаратура КЭБ вместе с блоками защиты выдержала проверки, предусмотренные отраслевым документом «Характеристики импульсных воздействий на системы ЖАТ. Временные нормы» для среднего уровня защиты. По ее результатам в технические решения были внесены изменения, касающиеся защиты всех цепей аппаратуры КЭБ-2. В цепи светофоров, контроля свободности перегона Нейва – Шурала, а также в линии связи и схемы рельсовых цепей на станциях

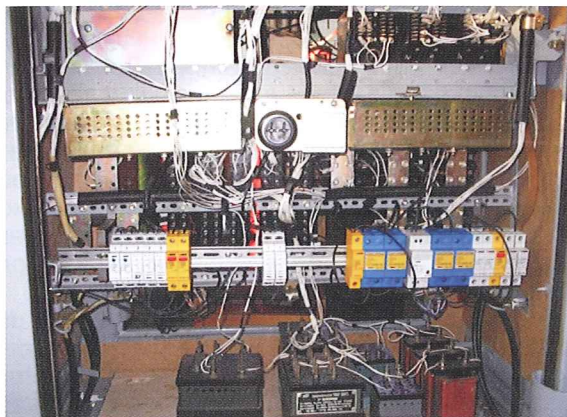


РИС. 1

Свердловской дороги установили дополнительные УЗИП.

На участке Нижний Тагил – Верх-Нейвинск, где аппаратурой защиты оборудованы все перегоны и станции, в течение 2008 г. из-за грозových перенапряжений было зафиксировано только три отказа технических средств ЖАТ. Один произошел в блоке сопряжения с рельсовой цепью БСРЦ из-за низкого напряжения изоляции и нарушения требований по монтажу. Второй – в результате пробоя в УЗИП супрессорного диода DTNVR 1/24/0,5-L, установленного в схеме смены направления (в системе КЭБ-2). Сейчас взамен этого элемента применяют аналогичные УЗИП – DTNVR 1/24/0,5/1500-L и DTNVR 1/24/0,5/3000-L производства фирмы «НАКЕЛ» с супрессорными диодами повышенной импульсной мощности 1,5 и 3 кВ соответственно.

Специалисты ЗАО «Ассоциация АТИС» постоянно анализируют результаты испытаний и эксплуатации защитных устройств, стремятся улучшить их рабочие характеристики. Разработаны удобные конструкции для установки блоков защиты цепей питания БЗИП-Ф, рельсовых цепей БЗИП-РЦ, цепей управления огнями светофоров и линейных цепей БЗИП-С (рис. 2, 3) в релейные шкафы сигнальных установок. Кроме того, доработана конструкция шкафа ШКЭ аппаратуры КЭБ-2 (рис. 4), разработаны и утверждены технические решения с описанием БЗИП для сигнальных установок разного типа. Изоляция всех блоков КЭБ выдерживает напряжение не менее 2 кВ.

С 2008 г. согласно техническим решениям (ИТАЖ-465139) вся аппаратура КЭБ-2 выпускается с блоками БЗИП, а КЭБ-1 с блоками БЗИП-Ф и БЗИП-РЦ. Устройства защиты просто устанавливаются в действующие системы. Например, во время оборудования ими одной из сигнальных установок на Свердловской дороге движение поездов на участке не прекращалось.

Сегодня рассматривается возможность применения БЗИП для защиты релейной аппаратуры АБЧК. По рекомендации Управления автоматики и телемеханики ЦДИ готовится дополнение к техническим решениям.

#### ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ И ПОВЕРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УЗИП

■ Современные УЗИП не только обеспечивают эффективную защиту от грозových перенапряжений. При их применении сокращаются трудозатраты на обслуживание схем защиты. Как правило, все современные УЗИП оснащены встроенными системами самодиагностики, например, терморасцепителями, механически управляемыми «сухими контактами» для подключения внешней сигнализации, или другими техническими средствами, позволяющими дистанционно контролировать их исправность.

Для контроля срабатывания защитных устройств могут применяться регистраторы импульсных токов, позволяющие определять число срабатываний УЗИП при воздействии грозových или коммутационных перенапряжений. Это дает возможность контролировать их ресурс и определять необходимость обслуживания. Однако большинство таких регистраторов – автономные устройства, не имеющие выходов для подключения к системе ДК.

Для удаленных и малообслуживаемых объектов специалисты ЗАО «Хакель РОС» разработали счетчик импульсных токов СИТЭ-100К-1. Устройство предназначено для регистрации импульсов тока, прони-



РИС. 2



РИС. 3

кающих в цепи заземления УЗИП при воздействии грозových и коммутационных перенапряжений. Счетчик имеет управляемый «сухой контакт» для подключения к системе ДК, который срабатывает, если число зарегистрированных импульсов кратно пяти.

По показанию счетчика персонал может контролировать количество импульсных воздействий на УЗИП во время эксплуатации, а при определенном количестве срабатываний выполнять инструментальную диагностику параметров устройства. Количество зарегистрированных импульсных воздействий отображается на электронном табло прибора. Счетчик рассчитан на 999 значений. При необходимости персонал может обнулить его показания.

В зависимости от типа УЗИП (разрядник, варистор, полупроводниковый прибор или комбинация этих элементов) инструментальная проверка включает измерение разных параметров.

Состояние варисторного УЗИП (ограничивающего

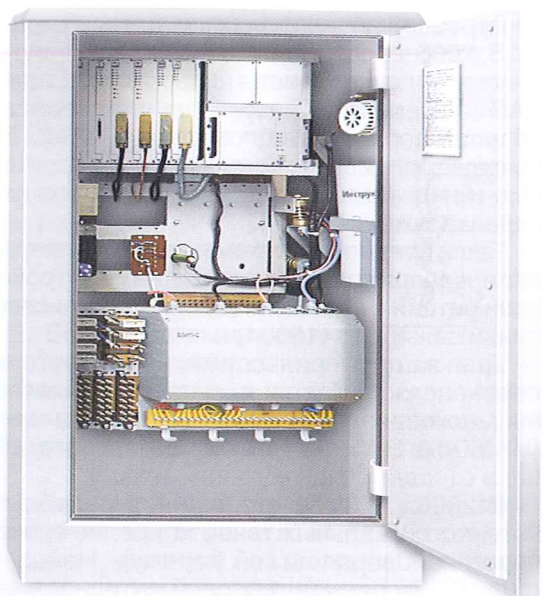


РИС. 4

типа) оценивают по следующим основным критериям: внешнему виду, показаниям индикатора терморасцепителя, величине квалификационного напряжения (постоянного напряжения на клеммах УЗИП при токе утечки 1 мА), значению сопротивления изоляции между полюсами нелинейного элемента УЗИП (при напряжении, не превышающем максимально допустимое рабочее значение).

Для получения более полной информации о состоянии нелинейного элемента снимают осциллограммы его остающегося напряжения в динамическом режиме при воздействии импульсным током или напряжением.

Исправность УЗИП на базе разрядника (коммутационного типа) определяют путем осмотра корпуса и поиска следов термических или механических повреждений. Измеряют также статическое напряжение пробоя, сопротивление изоляции между электродами разрядника (при напряжении, не превышающем статического напряжения пробоя). Точнее всего определить состояние этого типа УЗИП позволяют осциллограммы динамического напряжения пробоя.

Устройства защиты на базе полупроводниковых элементов испытывают так же, как и варисторные УЗИП. Но, как правило, эти устройства являются комбинированными и имеют два или три каскада защиты. Первый каскад обычно выполнен на разрядниках. Для определения исправности УЗИП прежде всего измеряют параметры вторичного каскада на полупроводниковых элементах, где повреждения происходят значительно чаще, чем в более мощном первом каскаде на базе разрядников. В случаях повреждения разрядника полупроводниковые элементы или элементы согласования между каскадами УЗИП также выйдут из строя.

Для измерения квалификационного напряжения варисторных УЗИП, а также сопротивления изоляции УЗИП любого типа можно использовать серийно выпускаемые приборы, например, мультиметр FLUKE 1587.

Статическое напряжение пробоя разрядников измеряют с помощью специализированного оборудования, например, пробойных установок, способных линейно повышать напряжение до значения 4–6 кВ со скоростью нарастания 100 В / 1 с и при этом контролировать ток утечки от нуля до нескольких десятков миллиампер.

Динамическое напряжение пробоя, как правило, определяется при крутизне фронта испытательного напряжения 100 В/1 мкс или 1 кВ / 1 мкс. Подобные измерения возможны только с помощью специализированных приборов, позволяющих сформировать фронт напряжения с указанными скоростями нарастания. Наиболее наглядные результаты в данном случае получают при использовании одновременно с приборами запоминающего осциллографа.



РИС. 5

Следует отметить, что все указанные измерения невозможно выполнить с помощью одного прибора. Малогабаритные переносные приборы с автономным питанием контролируют только статические параметры (квалификационное напряжение, напряжение пробоя, сопротивление изоляции). Тем не менее, даже по этим показателям можно выявить проблемные УЗИП, которые необходимо более тщательно исследовать в лаборатории. В любом случае для определения состояния УЗИП на месте эксплуатации или в специализированной лаборатории требуется обученный персонал.

Для диагностики варисторных и комбинированных УЗИП с каскадами защиты на варисторах или супрессорных диодах компания «NAKEL» производит прибор «TESTER H4 GIGATEST pro» (рис. 5). Этот компактный тестер прост в эксплуатации, имеет автономное питание. В нем предусмотрены режимы измерения для проверки УЗИП разных производителей.

Перед началом проверки из заранее запрограммированного списка выбирают нужный тип устройства. Во время измерения информация об его исправности в виде понятных графических символов отображается на встроенном жидкокристаллическом дисплее. Прибор также позволяет измерять сопротивление изоляции УЗИП путем подачи тестирующего напряжения до 1000 В. Однако тестер не подходит, например, для проверки многогазорных угольных разрядников типа HS 50-50 RW, имеющих статическое напряжение пробоя более 1000 В. В этом случае динамическое напряжение пробоя можно измерить прибором «TESTER H1 4kV», который способен формировать испытательное напряжение с формой волны 1,2/50 мкс и амплитудой до 4 кВ.

Таким образом, при решении вопроса защиты оборудования от грозových импульсных перенапряжений необходимо применять комплексный подход. Для эффективной защиты от импульсных перенапряжений требуется соблюдение многих условий. На крупных объектах необходимо создавать системы внешней молниезащиты, включающие молниеприемники и заземляющие молниезащитные устройства. При проектировании средств заземления также важно учитывать удельную проводимость грунта. Внутренняя структура объектов должна строиться с учетом вопросов уравнивания и выравнивания потенциалов, защиты комплектов оборудования на линии от электромагнитных наводок. Необходимо, чтобы напряжение пробоя изоляции защищаемой аппаратуры было не менее 2 кВ. В случаях воздействия импульсов с большими амплитудными значениями дополнительно должны применяться УЗИП, устойчивые к напряжению пробоя изоляции оборудования. Также следует обращать внимание на необходимость разделения подверженных влиянию перенапряжений и защищенных цепей. Для отвода токов импульсных перенапряжений должно быть обеспечено низкоомное заземление.

Кроме того, во время эксплуатации защитных устройств целесообразно использовать регистраторы импульсных токов, способные оценивать ресурс УЗИП, суммарную энергию, рассеянную в них, или коммутированную через УЗИП заряды.

Для проверки аппаратуры защиты нужна испытательная лаборатория. Если же испытания проводятся в РТУ, эти участки должны быть оснащены современным проверочным и контрольным оборудованием.