



Переносной прибор контроля изоляции ЭРИС – ПКИ.01

ГЕНЕРАТОР опорного напряжения подключается к заземляющей клемме и одной из шин СОПТ. Выходные параметры: 16 Гц -- 7+23 В -- 240 Ом

- ✓ Поиск участка с поврежденной изоляцией кабеля.
- ✓ КЗ или частичное нарушение изоляции.
- ✓ Для сетей оперативного постоянного тока (СОПТ) систем РЗА электрических станций и подстанций.
- ✓ Без предварительного отключения работающей СОПТ.



ИНДИКАТОР на каждом кабельном участке отображает: сопротивление изоляции, емкость/индуктивность и проводимость

Декларация о соответствии: ТС № RU Д-РУ.АУ04.В.31770

111024, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 44, стр. 2
тел.: (495) 532-28-09, 362-17-48

<http://www.erisnrf.ru> E-mail: eris@erisnrf.ru

Модульные системы заряда-подзаряда сети оперативного постоянного тока (СОПТ)

от компании ООО Фирма «Энергоконтроль»



Источник постоянного тока ИПТ-МЭИ.80 (50, 25) (ИПТ) предназначен для заряда-подзаряда аккумуляторных батарей на подстанциях 110 кВ (35 кВ) и относится к агрегатам блочно-роевого типа, благодаря чему системы СОПТ продолжают работать даже в случае отказа одного или нескольких модулей. В статье рассмотрен принцип работы данных устройств, их технические характеристики и преимущества.

ООО Фирма «Энергоконтроль», г. Москва

Повсеместное внедрение современных «высокоинтеллектуальных» электронных устройств, систем релейной защиты и автоматики при параллельном сокращении количества линейного персонала на объектах энергетики диктует абсолютно новые тенденции в вопросах построения различных систем для электропитания и обслуживания сетей оперативного тока (СОПТ) электрических станций и подстанций. Одна из этих тенденций – все более широкое применение малообслуживаемых аккумуляторных батарей (АБ). Их использование позволяет значительно улучшить некоторые характеристики СОПТ, но вместе с тем приводит и к существенному недостатку – повышенным требованиям к устройствам, контролирующим заряд-подзаряд данных батарей. Особенно это касается АБ типа GroE и подобных. Во многом благодаря этому на рынке появился запрос на разработку абсолютно нового поколения зарядно-подзарядных устройств для электропитания и обслуживания СОПТ, отвечающих всем поставленным требованиям, таким как:

- ▶ высокая надежность;
- ▶ обеспечение максимального срока службы АБ;
- ▶ простота эксплуатации;
- ▶ возможность четкой локализации повреждений;
- ▶ высокая ремонтпригодность;
- ▶ приемлемая стоимость.

Выполнить эти требования в рамках существующих технологий не так просто. Во многом это связано с выбором структуры работы зарядно-подзарядных агрегатов. Раньше, во времена СССР и первого десятилетия после него, повсеместное распространение получили агрегаты моноблочного исполнения. С течением времени, с развитием технологий исполнения АБ и требований к надежности агрегатов, начали появляться и блочные агрегаты, которые разделились на два типа: блочно-иерархический (с сосредоточенным «интеллектом») и блочно-роевой (с распределенным «интеллектом»). В блочно-иерархической структуре один из блоков является ведущим, в нем и сосредоточен весь «интеллект», а остальные блоки, ведомые, работают под его непосредственным

управлением. Эта структура значительно надежнее моноблочной, но уступает блочно-роевой, где каждый блок работает независимо от остальных (нет риска, что агрегат окажется в полностью неисправном состоянии в случае выхода из строя ведущего модуля) и где отсутствуют физические информационные связи, что позволяет не опасаться помех и зависаний при передаче управляющего сигнала. Разработать и создать систему с блочно-роевой структурой значительно сложнее, чем с блочно-иерархической. Но получаемый при этом результат говорит сам за себя.

Реализация данной задачи была осуществлена московской компанией ООО Фирма «Энергоконтроль», которая создала комплекс устройств под названием ИПТ-МЭИ.80 (50, 25)¹ (ИПТ) для подстанций 110 кВ (35 кВ).

Комплекс представляет собой источник постоянного тока блочно-роевого типа, предназначенный для

¹ Для ИПТ-МЭИ.50 отличие состоит в количестве модулей, для ИПТ-МЭИ.25 – в размерах, массе и исполнении, а также количестве модулей.

Таблица 1. ИПТ-МЭИ.80 (25) в сетях Центрального региона

Количество подстанций с установленными и действующими ИПТ	Количество стоек / количество выпрямительных модулей	Количество отказавших модулей за 10 лет эксплуатации	Количество ИПТ, отказавших вследствие выхода модулей из строя	Количество отказов систем СОПТ вследствие поломки модулей и (или) ИПТ
ПС 110 кВ – 87 ПС 35 кВ – 14	218/1386 28/56	82	0	0



Рис. 1. ИПТ-МЭИ.80 (ИПТ)

параллельной работы с аккумуляторной батареей, а также блок мониторинга БМ-2 для контроля состояния сети постоянного тока. ИПТ обеспечивает заряд-подзаряд АБ, а также электроснабжение потребителей постоянным током на подстанции. Технические характеристики ИПТ подобраны таким образом, чтобы гарантировать максимальное время работоспособности аккумуляторных батарей.

Кроме возможности обеспечить работоспособность даже при выходе части модулей из строя (в табл. 1 приведена сводная информация по проценту отказов) следует отметить еще одно важное достоинство ИПТ: маленькую величину коэффициента пульсаций выходного напряжения (менее 0,1 %) и, соответственно, маленькую величину амплитуды пульсирующего тока. Чем меньше коэффициент пульсаций, тем меньше величина переменной составляющей тока через АБ, тем меньше внутренний нагрев и, соответственно, больше срок службы АБ. Другой важный фактор, влияющий на срок службы АБ, — поддержание точного уровня выпрямленного напряжения заряда. При его отклонении в ту или иную сторону срок службы АБ снижается. Разработанный ИПТ поддерживает его с точностью 0,1 %, что обеспечивает практически идеальные условия функционирования АБ.

Также стоит отметить, что пределы изменения напряжения питания, при которых ИПТ устойчиво функционирует, составляют от -30% до $+20\%$ от $U_{ном}$. Это особенно важно, учитывая нестабильность напряжения питающей сети для некоторых существующих подстанций. При этом ИПТ практически нечувствителен к несимметрии питающего напряжения и может продолжать нормально работать даже при полном исчезновении одной фазы этого напряжения. Предел же регулирования выходного напряжения составляет $\pm 20\%$, что необходимо для обеспечения правильного формирующего заряда, когда АБ только включается в работу.

ИПТ-МЭИ.80 (рис. 1) состоит из двух отдельных стоек, каждая из которых включает в себя шесть блоков (модулей) по 13,2 А. Все 12 силовых модулей работают параллельно на одну систему шин постоянного тока независимо друг от друга. Благодаря этому имеется возможность поэтапно увеличивать или уменьшать количество блоков, что позволяет оперативно менять суммарную мощность ИПТ в зависимости от текущих потребностей на объекте. Данный подход позволяет персоналу подстанций самостоятельно, без привлечения производителя или поставщика, в процессе эксплуатации изменять характеристики ИПТ. При наличии «хвостовых» элементов поставляются одна-две дополнительные стойки сокращенного размера (по 2–3 бло-



Рис. 2. Блок мониторинга БМ-2

ка в каждой) для обслуживания этих элементов.

В состав оборудования ИПТ-МЭИ.80 входит блок мониторинга БМ-2 (рис. 2), являющийся полностью самостоятельным, информационно независимым от выпрямительной части, элементом. Он в постоянном режиме производит измерение и отображение на дисплее (по желанию заказчика возможна передача данных в АСУ ТП по каналу RS-485) следующих параметров:

- ▶ токовой нагрузки каждой стойки ИПТ в сети постоянного тока;
- ▶ токовой нагрузки сети постоянного тока;
- ▶ токовой нагрузки аккумуляторной батареи (АБ);
- ▶ постоянного напряжения сети постоянного тока;

Таблица 2. Общие характеристики ИПТ-МЭИ.80

Параметр	Значение
Номинальное входное напряжение, В	380 (-30...+20%)
Номинальная частота входного напряжения, Гц	50 ($\pm 10\%$)
Номинальный выходной ток одного блока, А	13,2
Номинальный выходной ток одной стойки (6 блоков), А	80
Возможность работать параллельно для всех блоков	Да
Номинальное выходное напряжение (диапазон регулирования), В	220 ($\pm 20\%$)
Точность поддержания выходного напряжения, %	0,1
Коэффициент пульсаций выходного напряжения, %, не более	0,1
Коэффициент полезного действия, %	98
Отдельный канал для заряда «хвостовых» элементов	Да
Наличие системы мониторинга	Да
Контроль изоляции сети оперативного постоянного тока	Да
Рабочий температурный диапазон, °С	-25...+40
Габаритные размеры (одной стойки), мм	600 × 1400 × 800
Масса (одной стойки), кг	250

- ▶ коэффициента пульсации напряжения постоянного тока;
- ▶ контроля изоляции сети постоянного тока;
- ▶ температуры окружающего воздуха в аккумуляторной.

ИПТ-МЭИ.80 производится и успешно эксплуатируется уже более 10 лет. За это время устройствам заряда-подзаряда ИПТ-МЭИ.80 были оснащены свыше ста подстанций Центрального региона (четырнадцать ПС 35 кВ и остальные – 110 кВ). На некоторые подстанции в силу технических особенностей АБ и СОПТ ставились два и более комплекта ИПТ. Число отказов за это время можно посмотреть в табл. 1.

Как видно, даже в случае выхода из строя одного или нескольких модулей это не приводит к неработо-

способности всей системы в целом. И именно такой подход к проектированию зарядно-подзарядного агрегата обеспечивает максимальную надежность даже в процессе строительства и пуска подстанции, когда в ее сети устанавливаются запердельные режимы, что и являлось основной причиной отказов модулей ИПТ.

Еще один весомый вопрос для сети постоянного тока на ПС – это изоляция кабельных линий. Вместе с ИПТ-МЭИ мы всегда рекомендуем приобретать переносной прибор для поиска мест повреждения изоляции в СОПТ – ЭРИС-ПКИ.01. Прибор позволяет локализовать участок СОПТ, в котором сопротивление изоляции снизилось до величины меньше 250 кОм, а также участок сети, где

произошло замыкание проводника на землю. Прибор выполнен в виде двух блоков, один из которых представляет собой генератор опорного напряжения, подключающийся к заземляющей клемме и одной из шин СОПТ. Второй является переносным индикатором проводимости и служит для непосредственной локализации участка повреждения кабеля СОПТ. На его дисплей выводятся значения сопротивления текущего измеряемого кабеля или величина тока в случае КЗ.

О.И. Пономаренко, генеральный директор,
А.Г. Сумин, главный разработчик,
ООО Фирма «Энергоконтроль», г. Москва,
тел.: +7 (495) 362-1742,
e-mail: eris@erisnrf.ru,
сайт: www.erisnrf.ru

Вместо послесловия. Интервью с Олегом Игоревичем Пономаренко, генеральным директором ООО Фирма «Энергоконтроль»

ИСУП: Вы одними из первых в отрасли начали предлагать модульные зарядно-подзарядные устройства. Много ли у вас конкурентов и есть ли случаи копирования вашей продукции?

О.И. Пономаренко: Да, мы были первыми, кто реализовал модульную систему. Наш ИПТ во многом разрабатывался под требования ужесточившейся политики МОЭСК того времени и до сих пор по техническим характеристикам не имеет аналогов на российском рынке. Другие отечественные компании не выпускают зарядные устройства с такой структурой и техническими параметрами, здесь у нас конкурентов нет. Последовавшие по пути создания модульных зарядно-подзарядных агрегатов остановились на блочно-иерархической структуре работы своих выпрямительных устройств.

ИСУП: Как я понимаю, среди ваших заказчиков есть крупные организации, такие как МОЭСК и пр.?

О.И. Пономаренко: Да, мы поставляем оборудование для МОЭСК и некоторых филиалов МРСК.

ИСУП: Во многом у вас уникальное предложение. Не планируете ли выходить с ним на зарубежные рынки?

О.И. Пономаренко: Там, где на ПС имеются современные аккумуляторные батареи, могут найти применение и наши зарядно-подзарядные агрегаты, поэтому если будет интерес к ним из-за рубежа, то мы готовы их туда поставлять. Чтобы оставаться реалистами, мы должны упомянуть, что естественный запрос на ИПТ существует в основном в странах бывшего СССР, так как у нас была общая энергосистема и общие нормы работы, проектирования и комплектации подстанций, на которых сейчас, возможно, производится переоснащение.

ИСУП: Могут ли ваши комплексы ИПТ работать с литиевыми аккумуляторами, если будет поставлена такая задача? И видите ли вы перспективы у такого решения?

О.И. Пономаренко: Да, могут. Когда будет поставлена такая задача и будет разработан проект энергетического объекта с литиевыми аккумуляторами, то туда будет возможна

установка ИПТ-МЭИ с соответствующей токовой нагрузкой. Перспектива у данного решения огромная. Судя по всему, именно литиевые батареи в дальнейшем станут новым шагом в области развития аккумуляторных батарей сетей оперативного постоянного тока.

ИСУП: В ИПТ реализована технология «горячей замены». Насколько она востребована у энергетиков?

О.И. Пономаренко: Горячая замена модулей – это обязательное условие эксплуатации. Ее востребованность у эксплуатирующего персонала очень высока. Поскольку не существует абсолютно идеальной, защищенной от любых поломок техники, то иметь возможность заменить частично вышедшее из строя оборудование без отключения всей системы СОПТ целиком очень важно. И в ИПТ-МЭИ данная возможность есть.

Беседовал С. В. Бодрышев,
главный редактор журнала «ИСУП»