

В связи с появившимся многообразием вариантов выполнения системы постоянного оперативного тока в части зарядных устройств для аккумуляторных батарей, журнал «Энергоэксперт» собрал «круглый стол» и предложил обсудить вопрос требования к исполнению и количеству зарядных устройств на подстанции.

СКОЛЬКО И КАКИХ ДОЛЖНО БЫТЬ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ НА ПОДСТАНЦИИ?



БАЛАШОВ В. В.
Заместитель главного инженера,
ОАО «МОЭСК»

Буду говорить только о подстанциях. На мой взгляд, зарядное устройство должно обеспечивать выполнение всех условий, необходимых для надежной работы АБ в течение всего расчетного срока службы АБ. Именно расчетного срока службы АБ, а не реального.

По имеющимся данным, разработчики АБ оперируют расчетным и реальным сроками службы АБ. Расчетный срок службы определяется на этапе конструирования и разработки АБ, и чтобы АБ смогла «прожить» весь расчетный срок службы, необходимо нахождение в допустимых пределах всех факторов, влияющих на срок службы АБ. Реальный срок службы АБ меньше расчетного. Сокращение расчетного срока службы АБ до реального срока службы определяется отклонением сверхдопустимых пределов факторов, влияющих на срок службы АБ. Как правило, выход за допустимые пределы каждого из указываемых производителем АБ влияющих факторов приводит к сокращению срока службы АБ. Данными о влиянии каждого из факторов располагает разработчик АБ. К числу влияющих факторов относятся условия хранения АБ (например, температура, при которой хранится АБ), условия транспортировки, ввода АБ в работу и условия эксплуатации АБ. Очевидно, что если не выполняются

условия хранения, периодического заряда АБ в процессе хранения, условия ввода АБ в работу (тренировочный заряд), то срок службы АБ существенно сокращается в пределе до нуля. Т.е. АБ может быть не пригодна к последующей эксплуатации уже в момент ввода ее в работу.

Одним из таких влияющих факторов является переменная составляющая тока в токе заряда. Для минимизации значения переменной составляющей в токе заряда АБ зарядное устройство должно быть высокочастотным. На какой частоте оно должно работать? Очевидно, чем больше частота – тем лучше, тем меньше переменная составляющая в токе заряда. Имеются примеры выполнения зарядных устройств на частотах 10, 20, 120 и даже 600 кГц. Дальнейшее увеличение частоты зарядного устройства, наверное, не приведет к существенному снижению величины переменной составляющей в токе заряда.

И еще зарядное устройство должно быть многомодульным, должно состоять из отдельных модулей, количество которых должно определяться при проектировании. Большинство выпускаемых в настоящее время отечественных зарядных устройств являются одномодульными. Повреждение одного элемента в одномодульном устройстве приводит к выходу из работы всего устройства в целом. Для

обеспечения постоянного заряда АБ на одну АБ устанавливалось два одномодульных зарядных устройства. В зарубежной и отечественной практике применяют многомодульные зарядные устройства. Один модуль зарядного устройства различных фирм-производителей имеет номинальный ток 10–25 А и имеет возможность как самостоятельной, так и параллельной работы с другими аналогичными модулями, обеспечивая при этом равномерное распределение нагрузок между параллельно работающими модулями. Количество параллельно работающих модулей, как правило, не ограничено. Включая параллельно требуемое количество модулей можно обеспечить требуемый ток заряда АБ во всех необходимых режимах ее работы. Каждый модуль выполнен таким образом, что, как правило, при его повреждении работа других модулей не нарушается, что обеспечивает постоянный заряд АБ и при ремонте одного или нескольких модулей многомодульного зарядного устройства. Замена неисправного модуля происходит без отключения оставшихся в работе модулей.

Если АБ имеет основную часть и «хвостовые элементы», то и зарядное устройство должно состоять из двух частей – одна часть для заряда основной части, и вторая – для «хвостовых элементов» АБ. Для многомодульных зарядных устройств одна часть блоков заряжает основную часть АБ, а другая – заряжает «хвостовую» часть АБ.

Каждый из модулей зарядного устройства должен с необходимой точностью контролировать напряжение и токи АБ, нагрузки, заряда и т.п. для обеспечения поддержания необходимого режима работы АБ

в соответствии с ее состоянием и историей.

Зарядное устройство должно иметь блок мониторинга, который должен обеспечивать не только контроль состояния модулей зарядного устройства, но и контроль параметров работы АБ в течение всего срока ее службы.

Мониторинг зарядного устройства должен обеспечить контроль параметров, необходимых для обеспечения расчетного срока службы АБ – температура в помещении аккумуляторной, температура банок, градиент температур по высоте банки, освещенность и т.п. Мониторинг должен с помощью климатического оборудования обеспечивать поддержание необходимой температуры и влажности в помещении АБ, не допускать перехода АБ в режим уравнительного заряда при отсутствии включенной вентиляции в помещении АБ, включать и отключать вентиляцию в помещении АБ и выполнять другие необходимые функции.

Вопрос о возложении на устройство мониторинга АБ функций контроля «земли» в сети оперативного постоянного тока в настоящее время носит дискуссионный характер. Эту функцию в настоящее время выполняет специальное устройство, входящее в состав щита постоянного тока. Однако если «землю» рассматривать как нарушение нормального режима работы АБ, то такое устройство можно обоснованно включить в состав технологических устройств АБ. Функцию (и, соответственно, устройства контроля «земли») можно разделить на стационарную и переносную. Стационарная функция (устройство) фиксирует факт возникновения «земли» и автоматически определяет присоединение с «землей». Переносная функция (устройство) должна обеспечивать персоналу ручной поиск места замыкания на «землю».

Подводя итог, можно сказать, что зарядное устройство должно обеспечивать выполнение всех функций, необходимых для обеспечения расчетного срока службы АБ и даже немного больше.

Переходя к количеству зарядных устройств, можно сказать, что на одну АБ должно быть столько, чтобы

они обеспечивали при исправном состоянии всех модулей многомодульных зарядных устройств выполнение всех необходимых режимов работы АБ. В нормальном режиме зарядное устройство должно обеспечивать поддерживающий заряд АБ. Оно также должно обеспечивать уравнительный заряд, ускоренный заряд и, желательно, заряд АБ при вводе ее в работу (тренировочный заряд).

Очевидно, что для АБ разной емкости требуемые для обеспечения вышеперечисленных режимов работы токи будут разными и, следовательно, необходим выбор количества модулей многомодульного зарядного устройства в зависимости от величины емкости АБ.

Для многомодульного зарядного устройства определение необходимого количества модулей сводится к делению максимально необходимого тока заряда АБ на номинальный ток одного модуля с округлением в большую сторону полученного результата.

Для одномодульных зарядных устройств такой расчет не выполняется. Просто принимали по надежности применение двух одномодульных зарядных устройств. Поскольку, например, устройства ВАЗП не обеспечивают параллельной работы, то каждое зарядное устройство должно обеспечивать заряд АБ во всех режимах.

С точки зрения надежности обеспечения заряда АБ необходимо обеспечить размещение зарядных модулей как минимум в двух стойках, расположенных в разных местах, например, как в настоящее время – с двух сторон ЩПТ. Это необходимо, например, для того, чтобы в результате пожара, протекания крыши или в других случаях исключить возможность одновременного выхода из работы всех зарядных модулей. Для обеспечения надежности каждая из стоек зарядных модулей должна быть жестко подключена к разным секциям шин 0,4 кВ собственных нужд подстанции без переключения. Такое распределение нагрузок обеспечивает их наиболее надежную работу.

И сколько это получается зарядных устройств? Получается столько,

сколько нужно, и ни одним устройством больше. Очень экономично. То есть получается одно зарядное устройство. Одно зарядное устройство, разделенное на, например, шесть зарядных модулей и на две стойки. Вот такое получается одно зарядное устройство.

А сколько должно быть устройств мониторинга АБ? Устройств мониторинга должно быть два – по надежности. Одно в работе, второе – в резерве.

В заключение следует сказать, что технические характеристики зарядных модулей должны быть такими, чтобы обеспечить надежную работу АБ в течение расчетного срока службы АБ. Например, если требуемая разработчиками АБ точность поддержания напряжения АБ составляет $\pm 1\%$, то точность измерения напряжения зарядными устройствами должна поддерживаться на уровне в два и более раз, превышающем требуемый показатель. Если, например, максимально допустимая величина переменной составляющей в токе заряда составляет 5 А на 100 А·ч емкости АБ для АБ типа Groe, то эту величину следует уменьшить до возможного технического минимума.

С повышенной точностью следует контролировать и регулировать и все другие необходимые параметры.

Если разработчик АБ для обеспечения расчетного срока службы АБ требует измерения некоего параметра, то его измерение и регулирование следует предусматривать с точностью, превышающей требование разработчика АБ.

Мне могут возразить, что из сказанного к зарядному устройству практически ничего не относится. Ведь зарядное устройство должно только обеспечивать заряд АБ. В истории развития любых технических устройств можно найти много примеров, когда к первоначальному устройству добавлялись новые функции, совершенствовалась его элементная база, увеличивались возможности, но название устройства оставалось без изменения. Возможно, сейчас мы становимся свидетелями именно такого процесса, а, может быть, этому новому устройству будет придумано новое название.



ШИША М. А.
 Главный специалист
 ЗАО «Уралэнерго-Союз», к.т.н.

Вопрос о требуемом количестве и технических характеристиках зарядно-подзарядных устройств, устанавливаемых в системах оперативного постоянного тока подстанций, в последнее время многократно обсуждался на совещаниях специалистов и в печати, что объясняется как высокими требованиями к надежности этих устройств, так и появлением на рынке значительного количества устройств заряда-подзаряда отечественных и зарубежных производителей, имеющих различное конструктивное исполнение и отличающиеся технические характеристики. С одной стороны, такое многообразие облегчает выбор устройств наиболее полно удовлетворяющих предъявляемым требованиям, но и подразумевает соответствующий технический уровень и информированность выбирающего. В этой ситуации особую значимость приобретает вопрос разработки технически обоснованной нормативной документации, определяющей принципы выбора количества и характеристик зарядно-подзарядных устройств.

Методика выбора технических характеристик и количества зарядно-подзарядных устройств, применяемая ЗАО «Уралэнерго-Союз» при проведении комплексной реконструкции либо проектировании вновь строящихся энергообъектов, основана на многолетнем опыте обследования фактического состояния систем постоянного тока электростанций и подстанций, режимных испытаний, а также практической реконструкции систем постоянного тока в различных регионах страны. Следует также отметить, что в соответствии с рекомендациями информационного письма ИП-03-2000Э «О закупке свинцово-кислотных аккумуляторов зарубежного производства» и имеющимся опытом применяемые методики ориентированы на применение в качестве источников питания СОПТ

стационарных свинцово-кислотных малообслуживаемых аккумуляторов. Как показывает практика, количество зарядно-подзарядных агрегатов зависит от числа используемых аккумуляторов батарей, местных условий эксплуатации и схемы СОПТ, при этом наиболее рациональным является выбор количества зарядно-подзарядных агрегатов по принципу $n+1$, где n – количество аккумуляторных батарей.

Так, при одной аккумуляторной батарее следует устанавливать один рабочий и один резервный зарядно-подзарядный агрегат. В случае с двумя батареями, работающими в режиме взаиморезервирования, устанавливается два рабочих зарядно-подзарядных агрегата и один резервный подзарядный общий для двух батарей (при этом подзарядный агрегат отличается от зарядно-подзарядного не током и мощностью, а схемой включения). Однако приведенный выше принцип не является догмой и, в соответствии с условиями эксплуатации, может быть видоизменен. Так, если при наличии на объекте дежурного персонала использование четырех зарядно-подзарядных агрегатов при двух взаиморезервируемых батареях кажется чрезмерным, то при отсутствии дежурного персонала использование четырех зарядно-подзарядных агрегатов, работающих в режиме автоматического взаиморезервирования, может быть обоснованным, так как при относительно небольшом увеличении стоимости существенно возрастает надежность.

Следует, однако, отметить, что подстанции с двумя аккумуляторными батареями без местного обслуживающего персонала в нашей практике не встречались.

Что касается случаев эксплуатации схем СОПТ подстанций с двумя взаиморезервируемыми батареями, имеющих по одному зарядно-подзарядному агрегату на батарею, то вывод в ремонт любого из этих агрегатов приводит к

необходимости отключения от батареи потребителей на время ремонта подзарядного агрегата, что значительно снижает надежность СОПТ в целом.

В общем случае вопрос о количестве применяемых зарядно-подзарядных агрегатов должен решаться проектировщиками с учетом местных условий.

Технические характеристики зарядно-подзарядных агрегатов определяются в основном производителями аккумуляторных батарей, и выполнение их требований при современной схемотехнике и элементной базе не вызывает затруднений.

Мощность применяемых зарядно-подзарядных агрегатов должна обеспечивать любой из регламентированных изготовителем батарей способов заряда, в том числе и ускоренный послеаварийный заряд до 90 % номинальной емкости в течение не более 8 часов, как этого требует ПТЭ.

Учитывая, что выбор того или иного способа заряда зависит от фактического состояния батареи, устройства заряда, наряду с возможными автоматическими режимами заряда, должны иметь возможность ручного управления режимом заряда.

Основными требованиями к конструкции зарядно-подзарядных устройств является – надежность, простота, удобство эксплуатации и ремонтпригодность. При современном уровне развития преобразовательной техники все эти требования в основном обеспечиваются.

Появившиеся в последнее время зарядно-подзарядные агрегаты модульной конструкции, позволяющие осуществлять замену отдельных модулей без вывода из работы устройства в целом, имеют ряд неоспоримых преимуществ перед устройствами традиционной конструкции, особенно для объектов, не имеющих местного обслуживающего персонала.

Однако эти устройства значительно дороже традиционных и опыт их эксплуатации пока не приобретен. Кроме того, следует иметь в виду, что блоки модульного устройства имеют общий конструктив и являются лишь псевдовзаиморезервирующими, а наличие втычных контактов и более сложная компоновка элементов не повышают общую надежность.

В заключение хочется сказать, что, учитывая многообразие местных усло-

вий эксплуатации электроустановок в Российской Федерации, вряд ли целесообразно создавать документ, жестко регламентирующий те или иные технические решения, особенно учитывая разнообразие предложений на рынке электрооборудования.

Принятие технических решений должно осуществляться на стадии рабочего проектирования с учетом

местных условий. Проектирование должно осуществляться компетентными специалистами, а не торговыми представителями. При этом из всего многообразия должно выбираться то, которое наиболее полно отвечает требованиям надежности, безопасности и местным условиям эксплуатации, безусловно, с учетом финансовых возможностей.

Волевое же ограничение возможности использования того или иного оборудования будет иметь скорее негативные последствия и вряд ли целесообразно.

Стандарт должен регламентировать лишь основные принципы, которыми должны руководствоваться специалисты при принятии конкретных технических решений.



КУНЦ А. К.
Технический директор
ООО «Ольдам»

Как и все оборудование для объектов энергетики, зарядные устройства (ЗУ) должны быть надежными и долговечными.

Зарядные устройства на подстанциях и электростанциях входят в состав систем оперативного постоянного тока и, кроме заряда аккумуляторных батарей, обеспечивают питание таких ответственных систем, как релейная защита, противоаварийная автоматика, системы управления, телемеханика, связь. От надежной работы ЗУ во многом зависит и работа объектов энергетики.

На практике зарядные устройства эксплуатируются 15–25 лет, требуют профилактического обслуживания не чаще одного раза в год и ремонта каждые 5–8 лет. Затраты на их обслуживание и ремонт во многом зависят от конструкции ЗУ, доступности запасных частей. Возможность быстрой локализации неисправности, блочно-модульная компоновка значительно сокращают время простоя.

В настоящее время на рынке представлены зарядные устройства различных поколений. Наибольший положительный опыт эксплуатации у ЗУ с тиристорными выпрямителями с низкочастотной схемой преобразования. Современное поколение таких устройств обладает улучшенными параметрами и расширенным набором функций за счет применения микропроцессорных систем управления. Тиристорные ЗУ

остаются наиболее востребованными в энергетике на сегодняшний день

Количество зарядных устройств (ЗУ) должно определяться требованиями к надежности электропитания нагрузки. Для самой батареи отсутствие заряда даже достаточно длительный промежуток времени не столь критично (если она предварительно заряжена и не разряжается в это время на нагрузку). Применительно к объектам энергетики, где емкость батареи рассчитана обычно на 0,5–2 часа работы на нагрузку, восстановление работоспособности ЗУ за это время может оказаться невозможным, поэтому необходимо иметь резервное ЗУ. Причем резервное ЗУ должно либо быть включено в работу параллельно с основным, либо находиться в режиме так называемого горячего резервирования с автоматическим включением в работу.

В части характеристик в первую очередь зарядные устройства должны соответствовать требованиям, выдвигаемым производителями батарей. На сегодняшний день эти требования практически одинаковы у большинства производителей и включают в себя такие параметры, как режимы заряда (обычно три уровня напряжения), стабилизация ($\pm 1\%$) и предельно допустимые пульсации выходного напряжения ($\pm 2,5\%$), регулировка напряжения подзаряда в зависимости от темпе-

ратуры, а также функции контроля и защиты батареи от перезаряда, глубокого разряда.

Обычно производители батарей указывают предельные значения параметров и минимально необходимые функции, поэтому ЗУ, имеющие лучшие значения параметров и расширенный функционал, обеспечивают более качественный заряд аккумуляторов, их содержание и, соответственно, длительный срок службы.

С учетом особенностей построения систем оперативного постоянного тока на энергетических объектах ЗУ должны обладать:

- мощностью, достаточной для питания постоянной нагрузки и заряда аккумуляторной батареи за установленное время;
- защитой по входу при выходе напряжения за установленные пределы, а также защитой от импульсных перенапряжений;
- защитой от повышенного напряжения на выходе, работающей независимо от системы управления преобразователем;
- высокой перегрузочной способностью, обеспечивающей срабатывание защитных аппаратов при отключенной батарее;
- системой управления вентиляцией аккумуляторного помещения, а также блокировкой заряда повышенным напряжением при отказе вентиляции;
- функцией диагностики состояния батареи, а также тестирования цепи аккумуляторной батареи;
- локальной и дистанционной предупредительной и аварийной сигнализацией об отказах ЗУ и аккумуляторной батареи;
- интерфейсом связи промышленного типа для подключения к системе мониторинга щита постоянного тока или АСУ ТП объекта.