

Авторы:
к.т.н. Пашковский С.Н.,
Шехтер Б.Э.,
ООО НПП «ЭКРА»,
г. Чебоксары, Россия.

СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОСТОЯННЫМ ОПЕРАТИВНЫМ ТОКОМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ, АВТОМАТИКИ И СИГНАЛИЗАЦИИ ПОДСТАНЦИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: в статье рассмотрены современные решения по обеспечению постоянным оперативным током цепей релейной защиты, автоматики и сигнализации на подстанциях распределительных сетей.

Ключевые слова: постоянный оперативный ток, аккумуляторная батарея, релейная защита и автоматика.



Пашковский Сергей Николаевич
Дата рождения: 07.12.1983 г.
В 2006 г. окончил Оренбургский государственный университет. В 2010 г. защитил кандидатскую диссертацию в НГТУ на тему «Исследование и разработка защиты от замыканий на землю в электрических сетях с комбинированным заземлением нейтрали». Заведующий отделом защит низкого напряжения ООО НПП «ЭКРА».



Шехтер Борис Эммануилович
Дата рождения: 06.06.1951 г.
В 1973 г. окончил ЧГУ им. И.Н. Ульянова по специальности «Электропривод и автоматизация промышленных установок». Зав. сектором НКУ Департамента технического маркетинга ООО НПП «ЭКРА».

Для обеспечения питания устройств релейной защиты и автоматики, а также сигнализации и аппаратуры систем управления необходимо наличие вспомогательного источника энергии или источника оперативного тока.

Источники оперативного тока должны быть всегда готовы к работе и обеспечивать необходимое напряжение. Поэтому к их надежности предъявляются достаточно высокие требования [1, 2], в том числе по автономности, так как даже при полном исчезновении на объекте трехфазного переменного напряжения система релейной защиты и автоматики должна продолжать функционировать. Для обеспечения этого на электрических станциях и на крупных подстанциях применяют аккумуляторную батарею, работающую в режиме постоянного подзаряда небольшим током. В нормальных условиях питание обеспечивается переменным напряжением от сети через выпрямительное зарядное устройство, а аккумуляторная батарея воспринимает только толчковую нагрузку. При исчезновении напряжения либо при отключении зарядного устройства питание устройств релейной защиты обеспечивается от аккумуляторной батареи.

На многочисленных менее ответственных энергообъектах устройства релейной защиты и автоматики получают питание непосредственно с трансформаторов собственных нужд (далее – СН) (переменный оперативный ток) или через специальные

выпрямители (выпрямленный оперативный ток). Такие технические решения организации питания систем управления являлись до настоящего времени общепринятыми при проектировании и сооружении большинства распределительных подстанций 6-10 и 35 кВ [3, 4]. Применение переменного оперативного тока объясняется отказом от установки аккумуляторных батарей, т.к. такие подстанции в своем большинстве не обслуживаемые, не имеют постоянного де-



Рис. 1. Малогабаритный шкаф системы централизованного питания постоянным током МикроСОПТ навесной конструкции типа ШНЭ 8800

журного персонала и не отапливаются [5].

На электрических станциях переменный оперативный ток применяется в системе СН 0,4 кВ (кроме цепей управления автоматическими выключателями на вводах рабочего и резервного питания), а также в схемах управления разъединителями и на местных щитах управления [6, 7].

С целью исключения затрат на источник постоянного оперативного тока традиционное выполнение схем устройств релейной защиты и автоматики предусматривало применение схем с дешунтированием электромагнитов управления выключателями, выпрямительных блоков питания, подключаемых к защитным трансформаторам тока, трансформаторам СН, в том числе в комбинации с предварительно заряженными конденсаторными батареями.

Такое решение имеет известный перечень недостатков, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики на объектах без постоянного оперативного тока. Основными из них являются: зависимость питания оперативных цепей устройств релейной защиты и автоматики от режима работы защищаемой сети; возможность появления кратковременных или длительных отклонений оперативного напряжения от номинального, например, в режимах понижения частоты, а также наличие существенной переменной составляющей и пульсаций в выходном напряжении выпрямительных блоков питания [5].

Могут применяться как централизованные, так и индивидуальные выпрямительные блоки питания. При централизованном варианте исполнения такого блока оперативное напряжение на его выходе должно обеспечивать надежное питание всех подключенных к нему устройств (группы устройств) в пределах всей подстанции. Поэтому они обычно выполняются с комбинированной схемой питания из выпрямительных блоков тока и напряжения, работающих параллельно на стороне выпрямленного напряжения. В нормальном режиме выпрямленное напряжение обеспечивает блок напряжения (БПН), а при коротких замыканиях, сопровождающихся понижением напряжения, – токовый блок питания (БПТ). Примерами таких являются блоки БПНС, БПЗ-401, БПН-1002 [5]. Обязательным условием является требование их подключения по токовым цепям к присоединениям, по которым всегда будет протекать ток, например, к ТТ в цепи рабочего ввода. По цепям напряжения блоки обычно подключаются к трансформатору собственных нужд секции. Так как мощность, потребляемая блоками БПТ, БПНС, БПН-1002 для питания группы устройств релейной защиты и автоматики, достаточно велика, то централизованный блок питания приходится подключать к отдельным мощным трансформаторам тока. Недостатком подобных схем

являются сравнительно большие колебания выходного напряжения и необходимость подключения дополнительной конденсаторной батареи для сглаживания выходного напряжения.

Индивидуальные блоки питания имеют существенно меньшие потребляемые мощности по сравнению с централизованными блоками питания и могут включаться в токовые цепи защищаемого присоединения. Конструкции таких блоков питания выполняются, как правило, в виде внешних устройств с комбинированным типом питания (от ТТ, ТН и ТСН). В последнее время отечественными разработчиками устройств релейной защиты было предложено множество подобных конструкций индивидуальных блоков питания [8-11]. Во многом это связано с повышением общего уровня развития техники и элементной базы, а также со снижением потребляемых мощностей по цепи оперативного тока микропроцессорными устройствами релейной защиты и автоматики по сравнению с аналогами на электромеханических и микроэлектронных реле. Недостатком такого решения является необходимость обеспечения каждого присоединения индивидуальными блоками питания, что увеличивает стоимость.

Характерной тенденцией в изготовлении современных устройств релейной защиты для ячеек КРУ 6-10 кВ подстанций является минимизация конструктива устройства под строго определенными минимально достаточными перечнем выполняемых функций. Если рассматривать энергопотребление устройств релейной защиты, то можно констатировать снижение потребляемой мощности по цепи оперативного тока с 8-10 Вт до 4-5 Вт в дежурном режиме, и в режиме срабатывания с 15-17 Вт до 8-10 Вт. Уменьшение энергопотребления устройств релейной защиты и автоматики, а также развитие технологии производства необслуживаемых аккумуляторов с длительным сроком службы (до 20 лет) вместе с уменьшением их конечной стоимости позволяет реализовать компактные системы гарантированного питания постоянным оперативным током, лишенные недостатков, которые имеют место у вышеуказанных вариантов реализации систем оперативного переменного тока.

В НПП «ЭКРА» разработана система гарантированного питания постоянным током, получившая название МикроСОПТ и являющаяся уменьшенной копией систем оперативного тока, применяемых на крупных энергообъектах. На рис. 1 показан шкаф МикроСОПТ (вид с лицевой стороны).

Шкаф МикроСОПТ типа ШНЭ 8800 предназначен для питания в нормальных и аварийных режимах электроприемников постоянного тока:

- устройств релейной защиты и автоматики;
- систем сигнализации, связи и АСУ и т.д.;
- систем аварийного освещения (при необходимости).

Устройство выполняет следующие основные функции:

- резервирование и автоматическое переключение между источниками энергии;
- преобразование переменного тока в постоянный с одновременным накоплением энергии в аккумуляторной батарее с защитой от глубокого разряда;
- централизованное (групповое) обеспечение гарантированным питанием постоянным током электроприемников суммарной мощностью до 600 Вт в течение заданного времени при полном пропадании или кратковременных посадках напряжения в питающей сети с возможностью реализации функции АВР;
- распределение гарантированного питания постоянным током напряжением 24 и 220(110) В по электроприемникам;
- защита вводов и отходящих линий оперативных цепей от коротких замыканий и перегрузки;
- контроль сопротивления изоляции оперативных цепей постоянного тока (опционно);
- индикация состояния цепей оперативного тока и связь с АСУ ТП.

Как и любая другая система оперативного постоянного тока, система МикроСОПТ состоит из следующих компонентов (рис. 2):

- устройств ввода и распределения энергии, в том числе с возможностью реализации функции АВР;
- преобразователя переменного тока в постоянный;
- малогабаритной высоконадежной необслуживаемой герметизированной аккумуляторной батареи напряжением 24 В (емкостью до 26 А*ч) с повышенной энергоотдачей;
- повышающего преобразователя постоянного напряжения 24 В в постоянное гарантированное оперативное напряжение 220 В с контролем пульсаций выходного напряжения, реализуемого на базе реле УКПН;
- коммутационной распределительной аппаратуры;
- светосигнальной арматуры системы визуального и дистанционного контроля.

Система МикроСОПТ полностью соответствует современным нормативным требованиям и стандартам по организации систем оперативного тока на электрических подстанциях по обеспечению бесперебойным питанием цифровых и микропроцессорных устройств релейной защиты, связи, АСУ ТП и др. [12, 13].

Система гарантированного питания постоянным током МикроСОПТ изготавливается в малогабаритном шкафу навесной установки с возможностью одностороннего обслуживания со степенью защиты IP21 – IP44 для работы при температурах окружающей среды от -20 до +40 С°.

Основные технические характеристики системы МикроСОПТ:

- Род тока:
 - выходных цепей шкафа – постоянный;
 - питающей сети – переменный.
- Номинальное напряжение:
 - выходных цепей шкафа, В – 24, 220(110);
 - нестабильность выходного значения напряжения, %, не более – 0,5;
 - коэффициент пульсаций выходного напряжения, %, не более – 1,0;
 - питающей сети 3 ф., 50 Гц, напряжением 380 В и отклонением до +/- 20 %.
- Номинальный выходной ток, А – 2,5.
- Конструктивное исполнение – шкаф, с односторонним обслуживанием.
- Степень защиты – IP 21 (типовое), с возможностью изготовления до IP44.
- Габаритные размеры типового шкафа (ВхШхГ), мм, – 720х500х265.
- Масса – не более 80 кг.

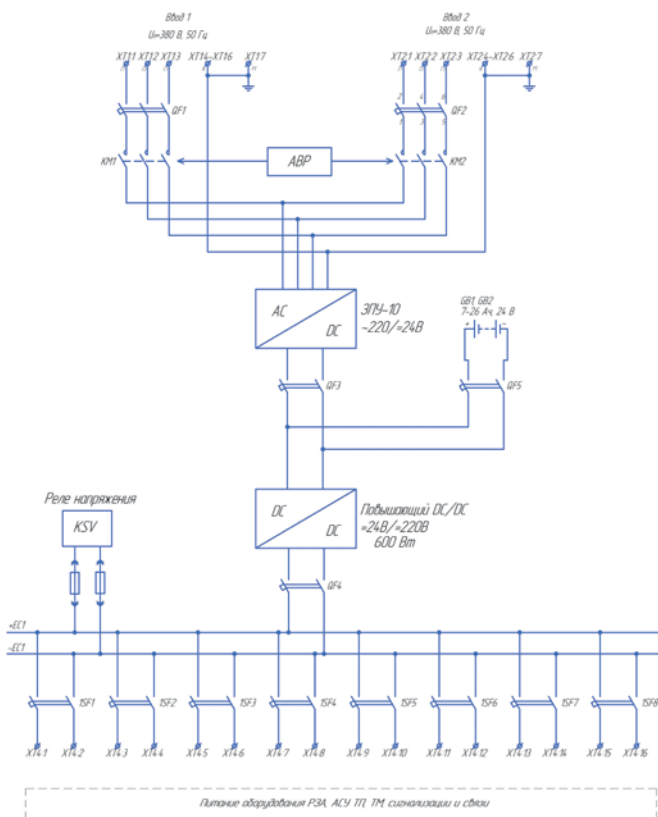


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема централизованной системы постоянного оперативного тока МикроСОПТ

Преимуществами централизованной системы питания оперативным постоянным током МикроСОПТ при её установке на распределительных под-

На правах рекламы



станциях, ранее работавших на переменном оперативном токе, являются:

- надежное, не зависящее от режимов работы питающей сети переменного тока (кратковременное или полное пропадание напряжения, посадки напряжения и т.п.) и гарантированное централизованное питание постоянным током секции (группы) устройств релейной защиты и автоматики в течение заданного времени;
- возможность установки в релейные отсеки ячеек КРУ типовых устройств релейной защиты, рассчитанных на питание постоянным оперативным током напряжением =220 В, применение которых снижает количество необходимого ЗИПа на подстанции;
- отсутствие необходимости установки в каждую из ячеек КРУ отдельных индивидуальных блоков питания с комбинированным подключением к цепям тока и напряжения для питания устройств релейной защиты и автоматики, т.к. габариты современных ячеек КРУ в последнее время стали существенно компактнее;
- снижение общих материальных затрат на оборудование при модернизации на подстанции секции (группы) ячеек, т.к. затраты на индивидуальные блоки питания вместе с работой по их монтажу для группы ячеек существенно больше затрат на приобретение и установку одного навесного шкафа МикроСОПТ;
- возможность обеспечения гарантированным питанием устройства релейной защиты и автоматики значительно большее время (до 5-10 минут, а в некоторых случаях и больше), в то время как у централизованных и индивидуальных блоков питания для обеспечения питания нагрузки в бестоковую паузу при пропадании напряжения требуется установка накопительных конденсаторов в качестве источников энергии, но даже и в этом случае продолжительность питания выходным напряжением не превышает 1-5 сек.;
- не требуется применение специализированных исполнений устройств релейной защиты с блоками питания с функцией дешунтирования электромагнитов управления выключателя контактами внешних реле, например, РП 341, что упрощает эксплуатацию.

На основе систем МикроСОПТ также можно организовывать системы оперативного питания распределенного типа цепей управления у коммутационных аппаратов (контакторов и пускателей) электродвигателей 0,4 кВ на крупных промышленных энергообъектах (нефтегазовое, химическое и другие опасные производства). Катушки управления наиболее восприимчивы к кратковременным провалам и понижениям напряжения переменного тока в питающей сети. Поэтому кратковременные нарушения электроснабжения в питающей сети приводят к их отключению, в результате чего нарушается технологический процесс на предприятии. Использование гарантированного постоянного пита-

ния от аккумулятора с DC/AC преобразователем позволяет обеспечить удержание катушек управления (без применения АПВ пускателей, контакторов) и исключить нарушения технологического процесса.

Для заказа и использования в проектах системы МикроСОПТ разработана техническая информация «Шкафы оперативного тока серии ШНЭ 8800», рекомендации по их применению, а также опросный лист [14].

Выводы

1. Применение малогабаритных систем централизованного обеспечения постоянным оперативным током небольшой мощности (до 600 Вт) МикроСОПТ позволяет в большинстве случаев обеспечить надежное питание устройств релейной защиты, ПА, связи, АСУ и др. на распределительных подстанциях 6-35 кВ на протяжении требуемого времени.

2. Предложенная современная система централизованного гарантированного питания постоянным током является хорошей альтернативой решениям с применением выпрямительных блоков питания.

3. Технические характеристики системы МикроСОПТ удовлетворяют современным требованиям эксплуатации систем оперативного постоянного тока на объектах электроэнергетики.

Литература:

1. Электротехнический справочник. В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение энергии. 8-е изд., исп. и доп. – М.: Изд. МЭИ, 2002. – 964 с.
2. Справочник по проектированию электрических сетей. / Под редакцией Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005 – 320 с. ил.
3. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. Учебник для вузов. М.: Энергия, 1976 г.
4. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 386 с.: ил.
5. Гельфанд Я.С. Выпрямительные блоки питания и зарядные устройства в схемах релейной защиты. – М.: Энергоатомиздат, 1983, – 192 с., ил.
6. Голоднов Ю.М. Собственные нужды тепловых электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 272 с.: ил.
7. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электроборудование станций и подстанций. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.: ил.
8. Решения для подстанций на переменном оперативном токе // Релейщик, – 2018. – №2. – С. 20-21.
9. Блок питания БПНТ-1 (2) ООО «ЧЭАЗ» [Электронный каталог] // URL: http://www.cheaz.ru/assets/images/production/5-urz/4-blocks-complects/ups-sets-cat_082017.pdf (дата обращения 08.02.2019 г.).
10. Блок питания комбинированный БПК-001 ООО «Релематика» [Электронный каталог] // URL: https://relematika.ru/produkty/vspomogatelnoe_oborudovanie/blok_pitaniya_kombinirovannyy_bpk-001/#32 (дата обращения 08.02.2019 г.).
11. Блок питания токовый комбинированный БПТК-25 ООО «НПП «ЭКРА» Руководство по эксплуатации ЭКРА.656111.075 РЭ.
12. СТО 56947007-29.120.40.041-2010. Системы оперативного постоянного тока подстанций. Технические требования. Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС».
13. СТО 153-34.20.122-2006 «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ».
14. Оборудование НКУ производства ООО НПП «ЭКРА». Карты заказа [Электронный ресурс] // URL: <https://www.ekra.ru/dokumentaciya/nku/> (дата обращения 08.02.2019 г.).