



Авторы:
 Д.А. Семёнов,
 К.В. Быков,
 ООО НПП «ЭКРА»,
 г. Чебоксары.

АВР В СИСТЕМЕ СОБСТВЕННЫХ НУЖД ПЕРЕМЕННОГО ТОКА 0,4 кВ НА ПОДСТАНЦИЯХ И ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

Аннотация: рассматриваются общие вопросы построения систем АВР в устройствах собственных нужд переменного тока 0,4 кВ.

Ключевые слова: собственные нужды, автоматический ввод резерва, явное и неявное (скрытое) резервирование.

Потребители собственных нужд переменного тока на различных объектах энергетики (ГЭС, ПС, АЭС, ТЭЦ и др.) относятся в основном к 1 и ко 2 категории.

В общем случае электроприемники разделяются на следующие три категории [1]:

- 1 категория – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный материальный ущерб, расстройство сложного технологического процесса, угрозу для безопасности государства и т.д.;
- 2 категория – электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей;
- 3 категория – остальные электроприемники.

В соответствии с ПУЭ: «Электроприемники первой категории в нормальных режимах должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, и перерыв их электроснабжения при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания» [1].

Для обеспечения данного требования применяется автоматический ввод резерва (сокращенно АВР).

Автоматический ввод резерва служит для обеспечения надежной работы сети электропитания. При явном резервировании АВР подключает к рабочей секции резервный трансформатор собственных нужд (рис. 1). При неявном (скрытом) резервировании трансформатор подключается через секционный выключатель от смежной секции (рис. 2).

Выбор типа резервирования определяет-

ся нормами и правилами проектирования электростанций и подстанций.

По правилам проектирования мощность резервного трансформатора (6-10)/0,4 кВ по схеме с явным резервом принимается равной мощности наиболее крупного рабочего трансформатора, им резервируемого; по схеме со скрытым резервом мощность каждого из взаиморезервируемых трансформаторов должна быть выбрана по полной нагрузке двух секций [2].

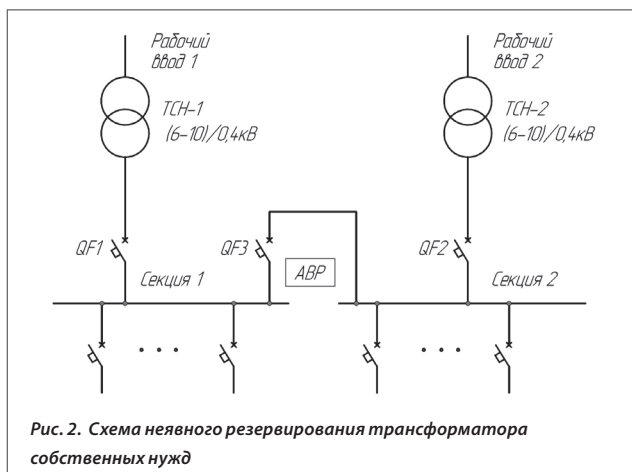
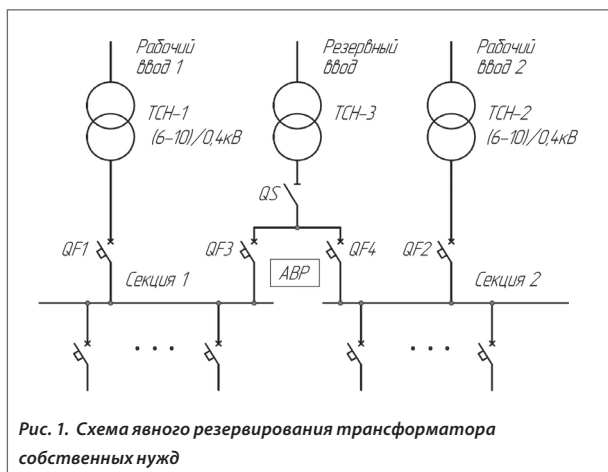
АВР включается в работу в следующих случаях:

- исчезновение напряжения одной или нескольких фаз на вводе;
- снижение напряжения на вводе (уставка регулируется в диапазоне 0,7...1,1Un);
- превышение напряжения на вводе (уставка регулируется в диапазоне 1...1,3Un);
- обрыв нейтрального проводника;
- нарушение последовательности чередования фаз.

По восстановлению питания на вводе происходит автоматический возврат в нормальный режим (ВНР).

Включение АВР и возврат в нормальный режим происходит с независимыми регулируемые выдержками по времени. Уставки по времени выбираются так, чтобы, с одной стороны, обеспечить минимальный перерыв электроснабжения собственных нужд; а с другой стороны – чтобы исключить ложное переключение во время действия АПВ и АВР выключателей со стороны высокого напряжения.

На тех объектах, где велика доля двигательных нагрузок (что характерно для ТЭЦ и АЭС), необходимо учитывать условие самозапуска двигателей. При одновременном самозапуске двигатели потребляют большой пусковой ток, в 4-5 раз и более превышающий номинальный. Большие значения токов самозапуска создают дополнительное падение напряжения в трансформаторе, что вызывает снижение пускового момента и может привести к существенно-



му затягиванию процесса самозапуска.

На нашей практике производства и наладки ЩСН на различных объектах уставки АВР по времени лежали в диапазоне от нескольких десятых долей секунды до 20 секунд.

Для обеспечения надежной работы цепи управления АВР запитываются оперативным постоянным током =220 В от ЩПТ.

Схемотехнически АВР реализуется посредством релейно-контактной логики или на микропроцессорном устройстве. В том и другом случае имеют свои особенности (таблица 1).

АВР обеспечивает блокировки:

- одновременной работы 2-х трансформаторов собственных нужд на 1 секцию (выполняется электрически и (или) механически), в ряде случаев данная блокировка не выполняется;
- включения резервного питания при аварийном отключении выключателя ввода;
- во избежание ложных переключений может осуществляться отстройка по времени при действии АПВ выключателя со стороны высокого напряжения.

Для автоматического переключе-

чения на резервный трансформатор в большинстве случаев применяются автоматические выключатели и разъединители с электромагнитным или электродвигательным приводом.

В некоторых случаях применяются контакторы. Например, когда ожидаются частые (несколько раз в месяц) перебои питания, поскольку механический ресурс контакторов больше, чем приводов выключателей.

По способу переключения на резервный источник АВР может быть:

- с кратковременным перерывом питания на время переключения выключателей;

Отличительный критерий	Тип схемы АВР	
	Релейно-контактная схема	Микропроцессорная схема
Логика АВР	Жесткий, неизменяемый алгоритм	Гибкое программирование алгоритма, возможность оперативного выбора одного из предварительно подготовленных алгоритмов
Ремонтопригодность, обслуживание	Применение широко используемых реле и традиционных схем позволяет быстро находить неисправность и производить ремонт	Ремонт осуществляется квалифицированным персоналом при помощи специального оборудования
Настройка уставок, наладка	Уставки АВР по времени выставляются непосредственно на реле времени	Уставки выставляются на панели оператора, имеется возможность дистанционного изменения уставок
Монтаж цепей АВР	Большое количество межшкафных соединений, чем сложнее логика, тем больше связей	Цепи АВР соединяются по цифровому интерфейсу экранированной витой парой
Помехоустойчивость	Относительно нетребовательна по вопросам ЭМС и помехозащищенности	Чувствительна к помехам, в особенности по цепи питания микропроцессорных устройств, требует установки дополнительных защитных устройств и применения специальной конструкции

Таблица 1



Семёнов Денис Александрович, родился 02.12.1980 г., окончил в 2005 году Чувашский государственный университет, кафедра САУЭП, ведущий инженер ООО НПП «ЭКРА».



Быков Константин Владимирович, родился 20.07.1976 г., окончил в 1999 году Чувашский государственный университет, кафедра САУЭП, магистр техники и технологии, ведущий сектором ООО НПП «ЭКРА».

• с вводом резервного источника без пропадания напряжения.

В последнем случае имеется ряд проблем в связи с процессами, возникающими при параллельной работе трансформаторов.

Одновременная работа трансформаторов собственных нужд на одну секцию нагрузки допускается при соблюдении определенных требований:

- равенство первичных питающих напряжений;
- равенство коэффициентов трансформации;
- равенство параметра U_k (в пределах нормируемых допусков).

Технически сложно добиться равенства напряжений как по уровню, так и по сдвигу фаз на первичных обмотках трансформаторов собственных нужд, если они запитаны от разных источников. А при несогласованном включении трансформаторов возникающее напряжение между одноименными зажимами вторичных обмоток приводит к появлению недопустимого уравнивающего тока. Из-за различия в значениях U_k вторичные напряжения обоих трансформаторов не будут равными друг другу по причине неравных падений напряжения, и их разность также приведет к протеканию уравнивающего тока по обмоткам трансформаторов. Причем у одного трансформатора (с меньшим значением U_k) он будет суммироваться с основным током, а у другого вычитаться из него. Таким образом, один трансформатор будет перегружен по отношению к другому.

Сложно подобрать два трансформатора с идентичными параметрами, если же один из них выходит из строя, то заменить его практически невозможно.

Кроме того, при одновременной работе трансформаторов ток короткого замыкания гораздо выше, и требования к релейной защите более жесткие, чем при раздельном питании.

По этим причинам, как правило, запрещается параллельная работа трансформаторов собственных нужд [3].

Те же потребители, перебой в питании которых недопустим, выделяются в отдельную группу с бесперебойным источником питания.

Изложенные принципы выполнения АВР в системе СН переменного тока реализованы в выпускаемой продукции НПП «ЭКРА». На предприятии с 2005 года налажен выпуск щитов собственных нужд переменного тока на напряжение 0,4 кВ на полный ряд номинальных и ударных токов.

Конструктивно щиты выполняются в виде сборных шкафов из оцинкованной стали (рис. 3) или могут быть сделаны из шкафов сварной конструкции (по заказу).

Шкафы ЩСН объединены в серию ШНЭ8350, информация доступна для проектных организаций.

ООО НПП «ЭКРА» имеет заключение экспертной комиссии, рекомендуемое ЩСН-0,4 кВ для поставок на объекты ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК».

Литература:

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ) 7 ред., утв. Приказом Министерства энергетики РФ от 20.05.2003 №187.
2. ВНТП-81. Нормы технологического проектирования тепловых электрических станций. // Совет Минэнерго СССР. Москва 1981 г.
3. СО 153-34.20.122-2006. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ. // ОАО «ФСК ЕЭС» Стандарт организации, Москва 2006 г.



Рис.3. ЩСН-0,4