

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФУНКЦИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ 110 кВ НА ПОДСТАНЦИИ 330 кВ «ВИТЕБСКАЯ»

Инженеры БУРЛЮК В. В., ЦАРЕВ Б. П., ШЕПШУК Г. П.

Государственное научно-производственное объединение «АГАТ»

Канд. техн. наук СОПЬЯНИК В. Х.

Научно-исследовательское государственное предприятие «БелТЭИ»

Инж. СОЛОМОНИК А. И.

Витебские электрические сети

Нормальная и экономичная работа потребителей электроэнергии обеспечивается при заданном номинальном напряжении. Отклонение напряжения от номинального приводит к снижению качества продукции, сокращению срока службы электротехнического оборудования, повышению его повреждаемости и т. п. Этим определяется необходимость поддерживать напряжение у потребителей на заданном уровне [1]. Требуемые условия и экономичность работы системы электроснабжения обеспечиваются при автоматическом регулировании напряжения. Для этой цели автотрансформаторы электрических подстанций снабжены устройствами регулирования напряжения под нагрузкой (РПН).

Первоначально на подстанции 330 кВ «Витебская» были установлены два однотипных автотрансформатора (АТ1, АТ2), имеющих 13 ступеней переключения положений РПН. Поддержка нужного уровня напряжения в соответствии с заданными уставками осуществлялась на этих АТ с помощью блока автоматического регулирования (БАР), а при необходимости вручную диспетчером подстанции с помощью дистанционного управления. После расширения подстанции и установки на ней третьего АТ с РПН, имеющего 15 пространственных положений, использование штатного БАР стало невозможным. Поэтому значение требуемого напряжения по суточному графику устанавливалось диспетчером по началу каждого часа переключением по очереди РПН трех АТ, работающих, как правило, на общую систему шин 110 кВ. Отслеживание и корректировка значения напряжения в течение часа не проводились. Это могло приводить к длительному отклонению напряжения на шинах 110 кВ и соответственно на отходящих от подстанции (ПС) линиях электропередачи.

Устранение этого недостатка стало возможным при внедрении на ПС «Витебская» программно-технического комплекса (ПТК) АРМ диспетчера как начального этапа создания АСУ ТП ПС. Среди ряда информационных и управляющих функциональных задач (функций) АСУ ТП на подстанции введена в эксплуатацию функция автоматического регулирования напряжения (АРН) трех автотрансформаторов в соответствии с суточным диспетчерским графиком.

На рис. 1 приведена структура ПТК АРН ПС, содержащая: ПЭВМ — персональную ЭВМ; MicroPC — промышленную ЭВМ; МК — территориально распределенные по ПС микропроцессорные контроллеры.

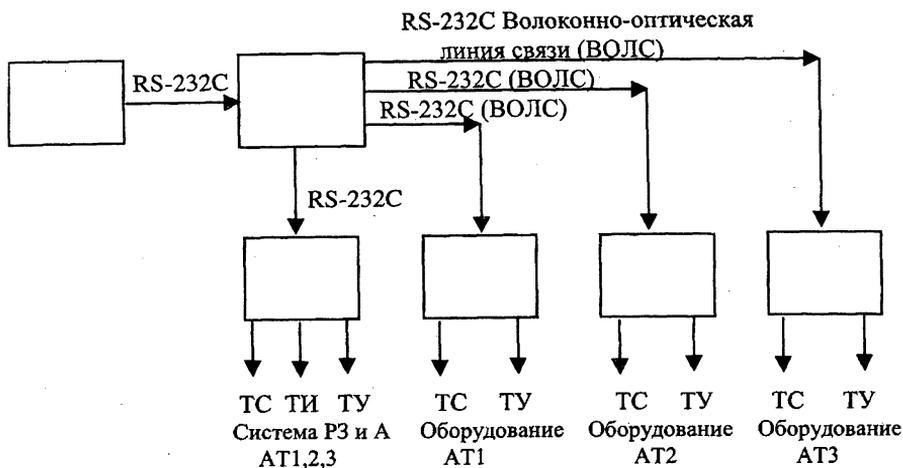


Рис. 1

Обмен информацией между устройствами ПТК осуществляется с использованием интерфейса RS-232C по проводным и волоконно-оптическим линиям связи.

Программное обеспечение ПЭВМ реализует следующие функции:
ввод, корректировку диспетчерского графика регулирования напряжения;

отображение текущих данных процесса регулирования;

отображение, звуковое и речевое сопровождение контрольно-диагностических сообщений (КДС) по нештатным ситуациям;

регистрацию КДС и текущих данных;

ввод и передачу в MicroPC настраиваемых параметров (уставок) процесса регулирования.

Комплекс программ MicroPC обеспечивает:

выполнение процесса регулирования в соответствии с суточным графиком и уставками;

формирование и передачу на ПЭВМ текущих данных процесса регулирования и признаков КДС;

формирование и выдачу на МК управляющей информации по командам ТУ;

контроль каналов связи.

Программное обеспечение и устройства МК реализуют функции:

сбор и передачу на MicroPC состояний телесигнализации (ТС) и значений телеизмерений (ТИ), используемых в процессе АРН;

исполнение команд ТУ для управления оборудованием РПН АТ1, АТ2, АТ3.

Входной информацией для процесса АРН являются:

сигналы ТИ —

текущие значения напряжения на первой и второй системах шин 110 кВ;

текущие значения токов нагрузки автотрансформаторов по стороне 110 кВ;

сигналы ТС—

контроль состояния ключей режимов работы АТ;

контроль состояния пространственного положения всех фазных РПН автотрансформаторов;

контроль промежуточного положения фазных РПН АТ;
контроль состояния защитных элементов схем управления РПН АТ;
контроль состояния исполнительных сигналов ТУ.

Выходной информацией процесса АРН являются следующие исполнительные команды ТУ:

полнофазное реверсное управление переключением РПН любого из АТ;

реверсное управление переключением любого из фазных РПН;
управление состоянием элементов схемы РПН АТ.

Последовательность и длительность сигналов ТУ определяются техническими характеристиками РПН АТ.

При проведении процесса используются следующие настраиваемые переменные параметры, вводимые в ПЭВМ:

уставки допустимых значений тока нагрузки по каждому из АТ;

уставки допустимых значений напряжения на системах шин 110 кВ;
допустимое значение разности напряжений между системами шин 110 кВ;

интервал контроля напряжения на шинах;

интервал определения устойчивости выхода напряжения на шинах 110 кВ за график регулирования;

интервал межциклового выдержки;

признак режима доводки РПН АТ (оперативный, автоматический);

допустимое время ожидания поступления ТС контроля промежуточного положения фазных РПН по каждому из АТ;

допустимое время длительности ТС контроля промежуточного положения фазных РПН по каждому из АТ;

допустимое время ожидания переключения положения фазных РПН по каждому из АТ;

допустимое количество переключений АТ за цикл регулирования напряжения;

процентное значение зоны нечувствительности (ЗНЧ).

В ПЭВМ по процентному значению ЗНЧ рассчитываются абсолютные значения верхних и нижних границ зоны нечувствительности по каждой часовой уставке графика регулирования напряжения. Точность процесса определяется половиной зоны нечувствительности и регулируется изменением процентного значения.

Обеспечивается назначение из базы данных АРМ ТИ, ТС, ТУ, необходимых для решения задачи, что позволяет осуществлять ее адаптацию для других подстанций.

Формирование графика регулирования напряжения осуществляется на ПЭВМ автоматически при вводе диспетчером подстанции уставок регулирования на рабочие и выходные дни или может вводиться с заранее подготовленной дискеты. В ПЭВМ формируются и хранятся месячные графики регулирования на период до года. Можно производить оперативную корректировку графика регулирования. ПЭВМ обеспечивает формирование и вывод на печать гистограммы графика регулирования напряжения за любые выбранные сутки.

Суточные графики (на сегодня и завтра) текущего месяца автоматически передаются из ПЭВМ в MicroPC на момент смены суток. Процесс регулирования ведется MicroPC по значениям суточных графиков регу-

лирования и заданным переменным параметрам процесса, полученным от ПЭВМ.

Первичный запуск процесса регулирования, а также его выключение производится оперативно по команде от ПЭВМ.

Останов процесса в MicroPC (переход в режим ожидания) производится автоматически по нештатным ситуациям с формированием и выдачей соответствующих КДС на ПЭВМ.

Автоматическое проведение процесса регулирования напряжения осуществляется по началу каждого часа текущих суток и в пределах текущего часа с заданным интервалом регулирования.

Процесс начинается с определения режима работы систем шин 110 кВ и условий участия в нем АТ. Если системы шин 110 кВ объединены либо все работающие АТ подключены к одной из систем шин, то определяется точка измерения напряжения 110 кВ. Останов задачи и формирование КДС осуществляется при следующих нештатных условиях:

- разность напряжения между системами шин 110 кВ выше допустимого значения;

- точка измерения напряжения отсутствует.

Условие участия любого АТ в процессе определяется значением тока нагрузки, находящимся в допустимом диапазоне, и наличием признака автоматического режима его работы. Условие исключения любого АТ из процесса регулирования определяется отсутствием тока нагрузки и наличием признака дистанционного режима его работы. Несоответствие условий участия АТ в процессе регулирования вызывает останов задачи и формирование на ПЭВМ соответствующего КДС.

Дальнейшее выполнение процесса осуществляется при соблюдении условий:

- каналы связи с микроконтроллерами исправны;

- исходное положение всех ТС, участвующих в процессе, соответствует ожидаемому;

- значение напряжения 110 кВ в выбранной точке измерения находится в допустимом диапазоне.

Невыполнение любого из этих условий приводит к останову задачи и формированию соответствующего КДС. В обратном случае осуществляется проверка выхода измеряемого напряжения за пределы границ зоны нечувствительности. При его отсутствии переключение работающих АТ не производится.

При фиксации выхода напряжения 110 кВ за пределы зоны нечувствительности через заданный интервал устойчивости выхода определяется факт устойчивости увеличения или падения напряжения в точке измерения. Если через этот интервал времени напряжение на шинах 110 кВ вернулось в зону нечувствительности, то переключение работающих АТ не производится. В противном случае производится разблокировка магнитных пускателей (МП) полнофазного реверсного управления по работающим АТ и запуск цикла регулирования.

Переключение осуществляется путем одновременной выдачи команд полнофазного реверсного управления по АТ в сторону повышения или понижения напряжения на шинах 110 кВ. Одновременно фиксируются ТС промежуточного положения приводов всех фазных РПН, проверяется изменение состояния ТС пространственного положения

фазных РПН, контролируется состояние элементов защиты схемы управления РПН.

При положительном завершении цикла переключения проверяется значение напряжения в точке измерения. Если напряжение вошло в зону нечувствительности, то производится останов процесса регулирования с блокировкой МП полнофазного реверсного управления РПН АТ.

При невхождении напряжения на шинах 110 кВ в зону нечувствительности процесс переключения РПН АТ повторяется через заданный интервал межциклового выдержки до вхождения напряжения на шинах 110 кВ в зону нечувствительности. Количество циклов переключений РПН АТ регламентируется заданным числом, при достижении которого задача останавливается с выдачей соответствующего КДС на ПЭВМ, свидетельствующего о том, что произошло значительное повышение или падение напряжения на шинах 110 кВ.

Не допускается расхождение в положении фазных РПН на любом из АТ и между РПН АТ более чем на одно положение с учетом «холостных».

Достижение любым из АТ крайних положений РПН не допускается. Ситуация фиксируется при достижении предпоследних положений РПН. В этом случае процесс останавливается с формированием соответствующего КДС на ПЭВМ.

В ходе проведения цикла переключения АТ или до него могут возникнуть различные виды нештатных ситуаций, что вызывает останов задачи и формирование соответствующих КДС на ПЭВМ. К таким ситуациям относятся:

- неправильное исходное положение РПН АТ;
- перегрузка АТ;
- РПН АТ в крайнем положении;
- залипание МП схемы управления любого из АТ;
- отсутствие оперативного тока на схеме управления АТ;
- вывод всех АТ из работы;
- неполучение донесения на команду ТУ;
- невозможность определения положения РПН любого из АТ.

По причине сбоев в работе оборудования АТ возможны различные виды рассогласований РПН АТ между собой, а также фазных РПН на любом АТ. Это вызывает останов задачи и формирование соответствующих КДС на ПЭВМ.

При выявлении рассогласований в работе РПН АТ предусматривается возможность однократной попытки доведения их до конечного текущего положения. Неудачная попытка доведения очередного РПН или очередной фазы РПН отменяет доведение всех остальных.

Доводка в автоматическом режиме осуществляется MicroPC через 10 с после окончания цикла переключения исправных РПН АТ. Оперативная доводка осуществляется по команде запуска на доводку от ПЭВМ. При успешном или неуспешном результате доведения неисправных РПН процесс останавливается с формированием КДС, информирующего об успешном или неуспешном завершении доведения.

Успешное проведение процедуры доведения неисправных РПН АТ или неисправных фаз РПН в конечном итоге приводит к сведению всех РПН или всех фаз АТ в одинаковое положение.

Каждое КДС обеспечивается рекомендацией, регламентирующей возможные действия диспетчерского персонала подстанции в создавшейся ситуации.

ВЫВОДЫ

1. Разработана и реализована программно-техническими средствами АСУ ТП подстанции 330 кВ «Витебская» функция автоматического регулирования напряжения трех автотрансформаторов, оснащенных РПН, с учетом заданных графиков напряжения, количества работающих автотрансформаторов и их нагрузок.

2. Обеспечивается при необходимости однократная автоматическая или оперативная попытка доведения рассогласованных РПН до заданного положения.

3. Производится регистрация параметров и результатов процесса регулирования, ведется архив данных.

4. Диспетчер подстанции имеет диалоговые средства для просмотра, ввода и корректировки графика напряжения, конфигурационных и настроечных параметров процесса регулирования.

5. При выявлении нештатных ситуаций на ПЭВМ АРМ диспетчера выдаются сообщения с указанием причин отказов. При необходимости сообщения сопровождаются звуковыми сигналами и (или) речевыми комментариями. По каждому сообщению могут быть выданы рекомендации по действиям в создавшейся ситуации.

6. Функциональная задача может быть адаптирована на других подстанциях с автотрансформаторами (трансформаторами), оснащенными РПН, в рамках структуры АСУ ТП ПС или в виде локального программно-технического комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения. — М.: Высш. шк., 1991. — С. 412 — 417.

Поступила 21.09.1999