

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА РАСЧЁТА МИНИМАЛЬНОГО СОСТАВА ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ПО УСЛОВИЯМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

М. Е. Арбачаков

Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, группа 5АМ0Р

Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты (РЗ) и их проверка по чувствительности являются важными задачами. Устройства РЗ, удовлетворяющие требованиям по чувствительности и селективности, предотвращают повреждение дорогостоящего оборудования, локализируют место аварии. Снижение чувствительности или селективное срабатывание защит может привести к отказам в работе устройств РЗ и развитию тяжелой аварийной ситуации или излишним отключениям. Одной из причин, приводящих к снижению чувствительности защит или нарушению селективности, является отключение части генераторов на тепловых электростанциях или изменение топологии сети.

На данный момент, в соответствии с указаниями в [1], в каждом диспетчерском центре формирование таблиц минимального состава генерирующего оборудования (МСГО) осуществляется путём итеративного расчёта параметров аварийных режимов для различного состава генерирующего оборудования и сетевых элементов с последовательной проверкой обеспечения требований чувствительности и селективности устройств РЗ.

Целью формирования таблиц МСГО является исследование корректности работы РЗ с определенным оборудованием. Каждому составу оборудования присваивается определенный вид и прикрепляются указания диспетчеру. Таблицы МСГО разрабатываются специалистами СРЗА. Таблицы содержат данные о неправильной работе устройств релейной защиты при различном составе находящихся в работе генераторов в различных ремонтных схемах.

После окончания формирования таблицы МСГО, данные из таблицы переносят в АИС «МСГО». С помощью «Агента уведомлений МСГО» специалисты ОДС отслеживают, какой состав оборудования станции используется на данный момент.

Основная проблема используемого в настоящее время подхода состоит в невозможности на текущий момент рассмотрения всех

возможных вариантов состава оборудования. Вариант состава оборудования подразумевает под собой совокупность находящегося в работе оборудования – электросетевого и генерирующего. Например, для станции с 6-ю объектами электросетевого оборудования и 6-ю разными генераторами количество вариантов состава оборудования равно 2509. Стоит так же учесть, что для каждого варианта состава оборудования необходимо оценить чувствительность и селективность РЗ на объектах электросетевого оборудования, затем проанализировать результаты и составить таблицу МСГО, что тоже занимает большое количество времени. При таком большом количестве расчетов немаловажную роль играет человеческий фактор, который может выражаться в возможных ошибках в расчетах, анализе результатов расчетов или при формировании таблиц МСГО.

Для того чтобы в режиме реального времени отслеживать текущий состав, диспетчеры используют «Агент уведомлений МСГО», который при смене варианта состава оборудования обращается к АИС «МСГО», находит необходимый состав оборудования и определяет, какой ВСО в текущий момент. После определения ВСО «Агент уведомлений МСГО» отправляет диспетчеру уведомление о текущем ВСО.

ВСО в зависимости от чувствительности и селективности РЗ может быть допустимым, условно-допустимым или недопустимым. При допустимом ВСО от диспетчера не требуется никаких действий, при условно-допустимом или недопустимом – диспетчер должен предпринять указанные в таблице МСГО действия, направленные на ликвидацию или уменьшение влияния неправильной работы устройств РЗ.

Если же текущий ВСО не найден в БД АИС «МСГО», текущему составу оборудования присваивается ВСО «Неопределенный». Работа станции с неопределенным ВСО недопустима, диспетчер должен оперативно связаться со специалистом СРЗА для уточнения дальнейших действий.

В работе был проведен анализ возможности автоматизации формирования таблиц МСГО с учетом их особенностей. На данный момент оценка чувствительности и селективности РЗ проводятся с использованием специализированного ПО. В данном докладе рассматривается возможность автоматизации формирования таблиц МСГО с применением ПВК «АРУ РЗА».

В ПВК «АРУ РЗА» существует модуль К.У.Р.С., который представляет из себя текстовое поле, куда можно вписать некоторые команды, например, для оценки чувствительности и селективности, и

провести расчет согласно командам. Для каждого варианта состава оборудования необходимо провести одни и те же расчеты, меняться будет лишь находящееся в работе оборудование. Учитывая данную особенность, выделяется две стратегии по автоматизации:

- проведение расчета для всех возможных вариантов состава оборудования;
- проведение расчета для текущего состава оборудования, если ВСО «Неопределенный».

Рассмотрим подробнее первую стратегию. Существует возможность автоматизировать перебор всех возможных вариантов состава оборудования. Данный перебор возможно перевести на язык команд модуля К.У.Р.С. и использовать для расчета. Таким образом, протокол будет содержать все необходимые составы находящихся в работе генераторов и электросетевого оборудования. После расчета необходимо сформировать таблицу МСГО на основе протокола и перенести данные из таблицы в АИС «МСГО».

В случае применения второй стратегии АИС «МСГО» позволяет отслеживать текущий состав оборудования для всех станций. Также у АИС «МСГО» есть API, с помощью которого возможно получать информацию с сервера АИС «МСГО».

Существует возможность запрашивать данные у сервера АИС «МСГО», если у какой-либо станции ВСО «Неопределенный», тогда возможно сформировать задание на расчет для модуля К.У.Р.С. Таким образом, протокол расчета будет содержать данные по текущему составу оборудования. После расчета необходимо сформировать таблицу МСГО на основе протокола и перенести данные из таблицы в АИС «МСГО»

Для обеих вышеупомянутых стратегий необходимо подготовить исходные данные, а именно – команды на определение чувствительности и селективности для всех станций. Данные команды для обеих стратегий будут абсолютно одинаковыми. Для стратегии, рассматривающей текущий состав оборудования, они будут использоваться каждый раз при расчете.

Стратегия по перебору всех возможных составов оборудования больше подходит для станций с малым количеством оборудования, т.к. с каждой единицей оборудования количество вариантов состава оборудования возрастает в разы. На данный момент невозможно рассчитать большое количество вариантов состава оборудования, т.к. существуют ограничения по вычислительной мощности компьютеров и ПО.

Стратегия по определению текущего состава оборудования подходит для всех станций, но не исключает работу станции с неопределенным ВСО.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Доказана возможность и целесообразность автоматизации процесса расчета МСГО тепловых электростанций по условиям функционирования РЗ для сокращения затрат времени на расчет.
2. Предложены две стратегии для решения задачи расчета МСГО:
 - для всех возможных вариантов состава оборудования;
 - для текущего состава оборудования, если ВСО «Неопределенный».
3. Показано, что обе стратегии могут быть использованы, выбор определяется условиями их применения. Первая стратегия позволит для станций с малым количеством оборудования ликвидировать ситуации с неопределенным ВСО. Вторая стратегия позволит для всех станций сократить время работы с неопределенным ВСО.
4. Отмечено, что целесообразно продолжить исследования по автоматизации формирования таблиц МСГО на основе протокола расчета модуля К.У.Р.С. ПВК «АРУ РЗА».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Методические указания по определению минимального количества находящихся в работе генераторов тепловых электростанций по условиям функционирования релейной защиты, утв. распоряжением ОАО «СО ЕЭС» от 22.09.2014 № 98р, в редакции распоряжения от 25.12.2015 № 148р.
2. Циглер Г. Цифровая дистанционная защита: принципы и применение. – Перевод с англ. Под ред. Дьякова А.Ф. – Москва: Энергоиздат. 2005. – 322 с.
3. Шнеерсон Э. М. Цифровая релейная защита. – Москва: Энергоатомиздат, 2007. – 549 с.
4. Чернобровов Н.В., Семенов В.А. Релейная защита энергетических систем. Учеб. пособие для техникумов. – М.: Издательство АТП, 2015. – 800 с.

Научный руководитель: В.В. Шестакова, к.т.н., доцент
Отделения электроэнергетики и электротехники, Инженерная школа
энергетики ТПУ.