

$$K_{уд} = a_0 + a_1 F + a_2 F^2,$$

где a_0 , a_1 , a_2 – расчетные коэффициенты;

F – площадь сечения кабеля, мм².

Коэффициенты рассчитаны на начало 2007 года в белорусских рублях. Для пересчета в российские рубли стоимость кабельных линий следует разделить на 80.

Литература

1. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением до 1 кВ с самонесущими изолированными проводами. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999.
2. Правила устройства воздушных линий электропередачи напряжением 6–20 кВ с защищенными проводами. – М.: ЗАО «Энергосервис», 1999.
3. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. Справочник. – М.: ФОРУМ-ИНФРА, 2006.
4. ПО «Энергокомплект». Каталог продукции. – Минск, 2007.

УДК 621.311

АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УЧАСТКА ГОРОДСКОЙ СЕТИ 10 КВ НА ПЭВМ

Карнович А.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор ФУРСАНОВ М.И.

Выполнен анализ режимов работы реального участка городской сети 10 кВ на примере выбора точек разреза с использованием комплекса компьютерных программ «DELTA» [1].

Современные распределительные электрические сети охватывают обслуживаемую территорию линиями электропередачи, питающимися от различных подстанций – центров питания [2]. Схемы сетей выбирают исходя из условий электроснабжения потребителей, токов КЗ, релейной защиты, качества электроэнергии и ее расхода на электропередачу. Распределительные сети работают обычно в режиме одностороннего питания – в определенных точках распределительной сети коммутационные аппараты отключены.

В месте нормального разреза часто используют выключатель мощности, оснащенный устройством автоматического ввода резерва (АВР). Подобные выключатели обеспечивают резервирование питания от одного или двух независимых источников при условии, что устойчивое повреждение на начальном участке ЛЭП отключается другим секционным аппаратом, отключающим КЗ после включения выключателя, или отключающим поврежденный участок в бестоковую паузу [3].

Выбор места нормальных разрезов производится на основе учета максимальной надежности электроснабжения, минимального расхода электроэнергии на передачу и минимальных средневзвешенных отклонений напряжения у электроприемников.

В качестве целевой функции используется выражение:

$$Ц = \Delta P_p + \Delta P_3 + U + F_{ш}, \quad (1)$$

где ΔP_p – потери мощности в распределительной сети 10 кВ в режиме наибольших нагрузок;

ΔP_3 – потери мощности в замкнутой сети 110 кВ в режиме наибольших нагрузок;

U – ущерб от недоотпуска электроэнергии (оценивается по упрощенной методике с точностью, достаточной для выполнения оптимизации по критерию потерь);

$F_{ш}$ – функция штрафа по перегрузке ветвей схемы.

При решении задачи оптимизации целевая функция (1) вычисляется на каждом очередном шаге для каждого нового состояния сети 10 кВ.

Анализ нагрузок в замкнутой сети и сети 10 кВ показал, что в некоторых случаях суммарная расчетная нагрузка на секциях шин питающих подстанций 110/10(6) кВ более чем на 30 % отличается от заданной в сети 110 кВ. Основные причины такого несоответствия заключаются в следующем:

- некоторые фидеры и их нагрузки на шинах 10 кВ питающих подстанций не внесены в используемую базу данных;
- низкая точность определения нагрузок в сети 10 кВ.

Для решения задачи оптимизации точек разрезов используется алгоритм дискретного спуска: выполняется последовательное перемещение разрезов, перемещения, приводящие к улучшению целевой функции, сохраняются, а приводящие к её ухудшению – отменяются.

При выборе последовательности перемещений разрезов используется определенная стратегия поиска (начиная с наиболее эффективных перемещений, в случайной последовательности или др.).

При оптимизации схемы сети использован следующий алгоритм:

1. Случайным образом выбирается некоторый разрез.
2. Разрез перемещается на один из смежных участков сети, также выбираемый случайным образом.
3. Вычисляется новое значение целевой функции для нового состояния сети.
4. Если целевая функция улучшилась – новое состояние принимается; если ухудшилась – разрез возвращается в исходное положение.

Пункты 1–4 повторяются некоторое количество раз; затем проводится проверка на минимум: каждый разрез последовательно сдвигается на смежные участки; если найдено хотя бы одно перемещение, приводящее к улучшению целевой функции – считается, что минимум не достигнут, и процесс случайного дискретного спуска продолжается.

На основании изложенной методики произведен расчет по отысканию оптимальных мест размыкания электрической сети 10 кВ г. Лиды (таблица 1).

Таблица 1. Результаты оптимизации точек разрезов

Начальное положение разреза		Оптимальное положение разреза	
Начало	Конец	Начало	Конец
1	2	3	4
ТП-16С2	РП-10С2	ТП-16С1	ТП-16С2
ТП-101	ТП-110С2	ТП-110С1	ТП-110С2
ТП-49С1	ТП-17	ТП-61	ТП-93
РП-11С1	ТП-121С2	Ф-145	РП-11С1
ТП-17	ТП-65С2	ТП-49С1	ТП-17
ТП-22	ТП-85С2	ТП-71	ТП-22
ТП-173С2	ТП-97	ТП-97А	ТП-40
ТП-135С1	ТП-40	ТП-173С1	ТП-97А
ТП-140С2	ТП-133С1	ТП-42	ТП-132
ТП-5А	ТП-52С2	ТП-124С2	ТП-52С2
ТП-5А	ТП-38С2	ТП-38С1	ТП-38С2
ТП-128С1	ТП-128С2	ТП-8	ТП-128С1
ТП-43	ТП-222	ТП-8	ТП-43
ТП-39	ТП-21	ТП-94	ТП-39
ТП-57С1	ТП-101	ТП-74	ТП-57С1
ТП-70С2	ТП-93	ТП-70С1	ТП-221С2
ТП-221С2	ТП-221С1	ТП-116С1	ТП-70С1

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
ТП-116С2	ТП-52С1	ТП-25С1	ТП-116С1
ТП-41С2	ТП-41С1	ТП-16С1	ТП-213С1
ТП-198С2	ТП-213С2	ТП-146С1	ТП-198С2
ТП-45С1	ТП КП	ТП-231С2	ТП-45С1
ТП-138С2	ТП-153С2	ТП-138С1	ТП-153С1
ТП-149С1	ТП-120С2	ТП-143С2	ТП-120С1
ТП-76	ТП-47	ТП-163	ТП-47
ТП-6	ТП-28С1	ТП-111	ТП-28С1
ТП-56	ТП-38С2	ТП-6	ТП-56
ТП-186С1	ТП-186С2	ТП-185С2	ТП-186С2
ТП-185С1	ТП-185С2	ТП-184С1	ТП-186С1
РП-6С1	ТП-62	Ф-841	РП-6С1
ТП-88С1	ТП-30	ТП-115	ТП-89
ТП-24	ТП-30	ТП-125	ТП-30
ТП-4	ТП-14	ТП-23	ТП-4
РП-6С2	РП-6С1	РП-6С1	ТП-62
ТП-62	ТП-127С2	ТП-112А	ТП-127С1
ТП-103А	ТП-54С2	ТП-103А	ТП-54С1
ТП-178С2	ТП-178С1	ТП-178С2	ТП-178С1
ТП-190С2	ТП-190С1	ТП-178С1	ТП-190С1
ТП-147С1	ТП-198С1	ТП-146С2	ТП-147С1
ТП-147С2	РП-7С2	ТП-147С1	ТП-147С2
ТП-67	ТП-44	ТП-146С1	ТП-44
ТП-209С2	РП-10С1	ТП-209С1	ТП-209С2
ТП-29	ТП-161С2	РП-3С2	ТП-161С1
ТП-33	ТП-37	ТП-27	ТП-37
ТП-102	ТП-66	ТП-83	ТП-102
РП-2С2	ТП-66	ТП-133С2	РП-2С2
ТП-19	ТП-22	ТП-22	ТП-85С2
ТП-86С1	ТП-87С2	ТП-87С1	ТП-87С2
ТП-111	ТП-74	ТП-57С2	ТП-111
ТП-46С1	ТП-82С2	ТП-103	ТП-82С1
КР-250	ТП-128С2	ТП-214С1	ТП-214С2
ТП-167С2	РП-10С2	ТП-167С1	ТП-167С2

Анализ полученных результатов:

– количество разрезов в схеме – 115;

– количество переносимых разрезов – 51.

Нагрузочные потери активной мощности в линиях 10 кВ:

– до оптимизации – 99,800 кВт;

– после оптимизации – 63,115 кВт.

Снижение нагрузочных потерь в сети 10 кВ составило – 36,686 кВт или 36,76 %.

Литература

1. Фурсанов, М.И. Методология и практика расчетов потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. – Минск: Тэхналогія, 2000. – 247 с.
2. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей. – Изд. 13-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1977. – 188 с.
3. Сыч, Н.М., Федин, В.Г. Проектирование электрических сетей электроэнергетических систем: Учебное пособие к комплексному курсовому проектированию и курсовому проекту по курсу «Электрические системы и сети». – Минск: БГПА, 1994. – 39 с.