

УДК 621.315

## РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ГЛАВНОЙ СХЕМЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ТЭЦ

Шубенок Д. И.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Старжинский А.Л.

Распределительные устройства генераторного напряжения (ГРУ) теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) выполняются, как правило, с одной системой сборных шин.

Ранее при проектировании ТЭЦ особенно при большом числе присоединений генераторного напряжения, широко использовали схему с двумя системами сборных шин.

Блочная часть ТЭЦ выполняется аналогично схемам КЭС. Такое решение является единственным для электростанций с блоками мощностью более 100 МВт.

Проведем исследование надежности схемы ТЭЦ с помощью программы “ТОPAS”.

Пакет прикладных программ “ТОPAS” позволяет проводить анализ надежности главных схем электрических соединений, включающих в себя распределительные устройства любого класса напряжения, генераторные присоединения, высоковольтные линии электропередачи, присоединения резервных трансформаторов собственных нужд и трансформаторы связи между ними.

Данная программа предназначена для вычисления частот и длительностей возможных аварийных режимов схемы, сопровождающимся отключением от сети генераторов, воздушных линий, трансформаторов связей и др.

Функциональная модель расчета установившихся режимов генерации мощности учитывает пропускные способности трансформаторов и автотрансформаторов, воздушных линий связи с системой (по критерию запаса статической устойчивости работы генераторов).

Вычисление логических показателей надежности главной схемы осуществляется на основе определения количества комбинаций событий (конъюнкций)  $C(k)$ , приводящих к отказу ее функционирования  $k$ -го вида [1, с.59]

$$C(k) = \sum_i \sum_j \sum_s L(i, j, s, k), \quad (1)$$

где  $L(i, j, s, k)$  – логическая функция, принимающая значение 0 или 1.

Вычисление частот отказов функционирования  $k$ -го вида  $\lambda(k)$  и длительности аварийного восстановления  $T(k)$  в общем случае осуществляется по выражениям [4, с.59]

$$\lambda(k) = \sum_i \sum_j q(j) \lambda(i) Q(s/i) L(k); \quad (2)$$

$$T(k) = \frac{1}{\lambda(k)} \sum_i \sum_j q(j) \lambda(i) \min \left\{ \frac{t(j)}{2}; t(i); t_{оп} \right\} Q(s/i) L(k), \quad (3)$$

где  $q(j)$  – относительная длительность  $j$ -го ремонтного режима, о.е;  $\lambda(i)$  – частота повреждения  $i$ -го элементы схемы; 1, год;  $t(i)$  – длительность послеаварийного восстановления  $i$ -го элемента схемы, ч;  $t(j)$  – длительность  $j$ -го ремонтного режима работы схемы;  $t_{оп}$  – время оперативных переключений, ч;  $Q(s/i)$  – вероятность отказа в срабатывании релейной защиты или коммутационного аппарата.

Коэффициент неготовности потребителей  $K_n$  вычисляется по выражению [1, с. 73]

$$K_n = \frac{T(k) \lambda}{8760} \quad (4)$$

Эффективный способ описания схем электрических соединений достигается при использовании коммутационного графа, ветвями которого являются коммутационные аппараты различных типов, а узлами – остальные связываемые ими элементы схемы. Достоинство главного графа состоит в том, что он обеспечивает необходимую точность топологической модели, простоту описания состояния схемы и возможность перехода к любому другому графу в конкретных задачах исследования схем.

Для демонстрации работы программы приведем пример расчета ТЭЦ с установленной мощностью 730 МВт с тремя классами напряжения (рисунок 1). Данная электрическая схема имеет 4 генератора Г1, Г2 мощностью по 200 МВт, подключенные к блочным трансформаторам Т1, Т2 по 200 МВА, которые в свою очередь через ошиновку соответственно подключены к выключателям и Г3, Г4 мощностью по 165 МВт, подключенные к шинам 10 кВ, которые связывает секционный выключатель. Распределительное устройство 110 кВ имеет двойную секцию шин с обходной, к которой присоединены 9 линий, пускорезервный трансформатор собственных нужд, два трехобмоточных трансформатора связи два блочных трансформатора. От Т3 и Т4 запитываются шины 10 кВ и шины 35 кВ, имеющие схему мостика и две отходящих линии по 50 км.

После введения всех необходимых данных и их расчета в программе, появляется файл с соответствующими результатами (ниже будет приведена лишь основная часть):

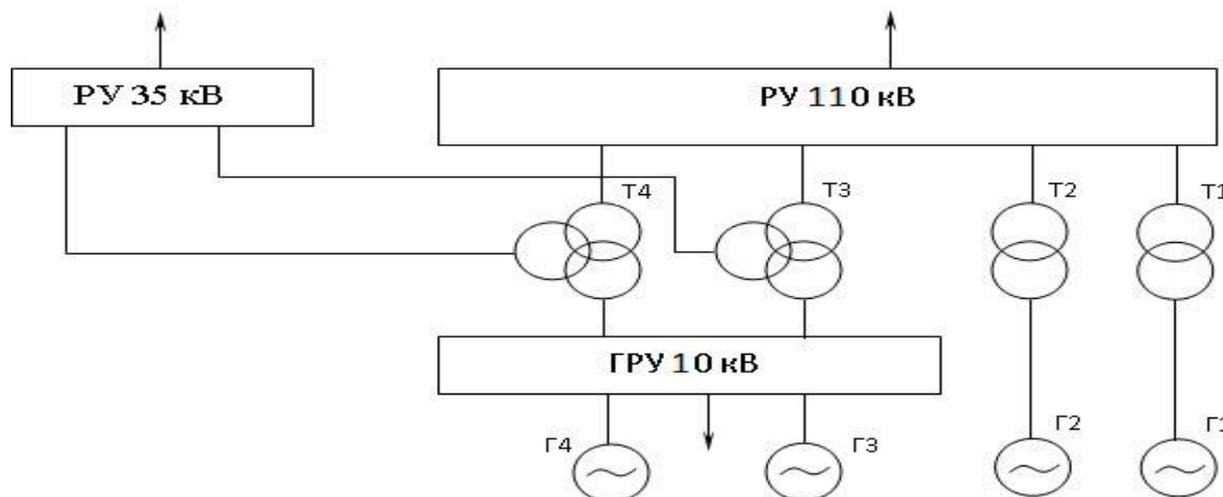


Рисунок 1 Главная схема электрических соединений ТЭЦ

Таблица 1 Результаты анализа надёжности

Код аварии	Суммарная частота, 1/год	Среднее время восст., ч
2Г 9Л	2,01	45,41
4Г 11Л	0,0199	4,85

Примечание: В укрупненных кодах запись 2Г означает потерю любых двух генераторов, запись 2Г 9Л – отключение одновременно двух любых генераторов и девяти воздушных линий.

Посчитаем  $K_n$  для двух вариантов (выделенные коды аварии):

5. Отключены 2Г 9Л

$$K_n = \frac{T(k)\lambda}{8760} = \frac{45,41 \cdot 2,01}{8760} = 0,01$$

6. Отключены 4Г 11Л

$$K_n = \frac{T(k)\lambda}{8760} = \frac{4,85 \cdot 0,0199}{8760} = 0,000011$$

Исходя из полученных результатов можно сказать, что полное погашение ТЭЦ является маловероятным событием.

#### Литература

1. Балаков Ю.Н. Мисриханов М.Ш., Шунтов А.В. Проектирование схем электроустановок: Учебное пособие для вузов. – 2-е изд. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. 288 с.
2. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. редактор А.И. Попов). – 9-е изд. – М.: Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.