

УДК.621.321

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ СХЕМ ШЕСТИУГОЛЬНИК И ОДНА РАБОЧАЯ СЕКЦИОНИРОВАННАЯ СИСТЕМА ШИН С ПОДКЛЮЧЕНИЕМ ОТВЕТСТВЕННЫХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ЧЕРЕЗ «ПОЛУТОРНУЮ» ЦЕПОЧКУ

Галтеева Д.В., Король О.В.

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

Основные задачи надежности закладываются при проектировании, обеспечиваются при изготовлении устройств и поддерживаются в эксплуатации. Теория надежности также устанавливает и изучает количественные характеристики надежности и исследует связь между показателями экономичности и надежности. Существуют два направления повышения надежности: повышение надежности элементов, из которых состоит определенный объект, и создание объекта с высокой степенью надежности из относительно не надежных элементов, используя различные виды резервирования. Максимальной эффективности в повышении надежности можно добиться рациональным сочетанием этих двух направлений.

Расчет показателей надежности схем производился таблично-логическим методом. Это индуктивный метод исследования, применяющийся, когда разнообразие отказов велико и до начала исследования нет возможности определить, какие виды отказов и аварий могут возникнуть при разных возмущениях. Метод позволяет выявить все возможные виды аварий, возникающих при наложениях событий отказов и повреждений главной схемы на ремонтные и эксплуатационные режимы, отличающиеся составом оставшихся в работе элементов и их повреждаемостью, а также все виды возможных аварий при развитии отказов в указанных режимах, из-за отказов срабатывания коммутационной аппаратуры и устройств ПА.

Рассмотрим подробнее рассматриваемые схемы и области их применения.

В кольцевой схеме – шестиугольнике (рис. 1) сборные шины замкнуты в кольцо и секционированы с помощью выключателей по числу присоединений. На ответвлениях от сборных шин предусмотрены только разъединители. Отношение числа выключателей к числу присоединений равно единице. Релейная защита каждого присоединения включена на сумму токов, проходящих через ближайšie к присоединению выключатели. Внешнее замыкание в любом присоединении отключается двумя выключателями. При этом кольцо размыкается, но все ветви, кроме поврежденной, остаются в работе. После такого отключения поврежденное присоединение следует изолировать с помощью линейного разъединителя и включить выключатели, чтобы кольцо не оставалось разомкнутым.

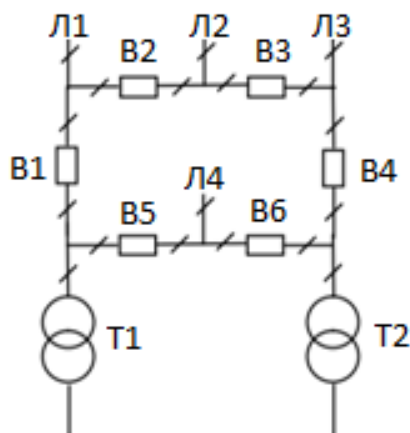


Рисунок 1. Кольцевая система шин (шестиугольник)

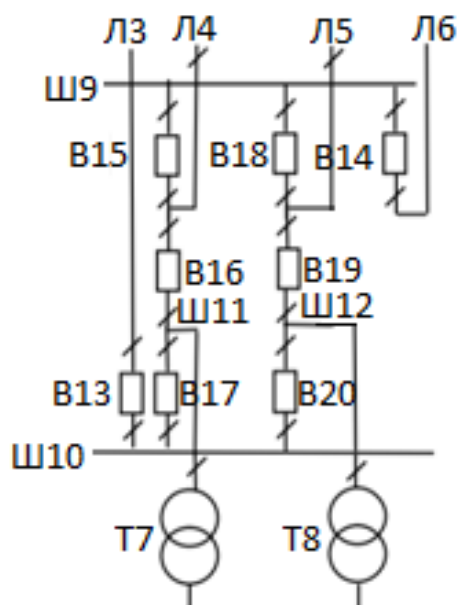


Рисунок 2. Одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку

Замыкание в выключателе или отказ выключателя при внешнем замыкании связаны с отключением двух присоединений. Недостаток такой схемы связан с тем, что при размыкании кольца (ремонт выключателя) внешнее замыкание может привести к отключению вместе с поврежденным присоединением также соседнего поврежденного присоединения, но вероятность такого совпадения мала. В целом эта схема характеризуется, как эксплуатационно надежная и рекомендуется для двухтрансформаторных ПС 110-330кВ с 4-мя ВЛ.

К схемам со сборными шинами и одним выключателем на присоединение относятся схемы с одной секционированной системой шин. Они применяются, как правило, при пяти и более присоединениях. Схемы с одной секционированной системой шин или с одной секционированной и обходной системами шин применяются на напряжении 35–220кВ при парных линиях или линиях, резервируемых от других ПС, а также нерезервируемых, но не более одной на любой из секций, т. е. при отсутствии требования сохранения в работе всех присоединений при выводе в ревизию или ремонт рабочей секции шин. Схема применяется на напряжение 35 – 220кВ как альтернатива схеме одна рабочая секционированная выключателем система шин при повышенных требованиях к сохранению в работе особо ответственных ВЛ и силовых трансформаторов.

Расчеты показателей надежности схем производились в программе TOPAS.

Таблица 1 – Показатели надежности элементов электрической сети

Элемент	Ном. напряжение	1/год	$t_{\epsilon},$ ч	$\lambda_{нл},$ 1/год	$t_{нл},$ ч
Выключатели	U ₁₁₀	0,01000	30,7	0,080	100
Силовые трансформаторы	110	0,01400	76,0	0,750	28,0
Воздушные линии на 1 км	110	0,52000	14,4	2,000	14,5
Сборные шины	110	0,48000	5,0	0,166	4,0

Уровень надежности как показатель схемы электроснабжения потребителей может быть оценен в количественном выражении. В качестве такого критерия примем коэффициент неготовности схемы нести нагрузку из-за внезапных отказов ее элементов.

Коэффициент неготовности потребителей:

$$K_{нг} = \frac{\lambda \cdot T}{8760}, \quad (1)$$

где λ – частота погашений потребителей, 1/год;
 T – длительность погашений потребителей.

Таблица 2 – Результаты расчета надежности оборудования схемы «шестиугольник»

Аварии	λ , 1/год	T , ч	$K_{нг}$, о.е.
Отказ одного трансформатора	0,12600	21,25	$3,057 \cdot 10^{-4}$
Отказ одного трансформатора и одной линии	0,04580	0,53	$2,771 \cdot 10^{-6}$
Отказ одного трансформатора и двух линий	0,00140	0,83	$1,32 \cdot 10^{-7}$
Отказ одного трансформатора и трех линий	0,00183	1,31	$2,73 \cdot 10^{-7}$
Отказ двух трансформаторов и четырех линий	0,000578	0,5	$3,2 \cdot 10^{-8}$
Отказ одной линии	2,18	14,49	$3,606 \cdot 10^{-3}$
Отказ двух линий	0,02630	0,56	$1,681 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3 – Результаты расчета надежности оборудования схемы «одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полупорную» цепочку»

Аварии	λ , 1/год	T , ч	$K_{нг}$, о.е.
Отказ одного трансформатора	0,12500	21,25	$3,032 \cdot 10^{-4}$
Отказ одного трансформатора и одной линии	0,04400	0,61	$3,063 \cdot 10^{-6}$
Отказ одного трансформатора и двух линий	0,00145	0,81	$1,34 \cdot 10^{-7}$
Отказ одного трансформатора и трех линий	0,00124	1,34	$1,89 \cdot 10^{-7}$
Отказ двух трансформаторов и четырех линий	0,0000592	0,5	$0,33 \cdot 10^{-8}$
Отказ одной линии	2,19	14,64	$3,66 \cdot 10^{-3}$
Отказ двух линий	0,02630	2,22	$6,665 \cdot 10^{-6}$

После сравнения рассчитанных коэффициентов оказалось, что схема «шестиугольник» менее надежна. При полном погашении схемы она имеет коэффициент неготовности больше, чем схема «одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку».

Литература

1. Розанов, М. Н. Надежность электроэнергетических систем – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 200с.
2. Основы надежности систем электроснабжения / В.А. Анищенко и И.В. Колосова; кол. авт. Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Электроснабжение". - Минск: БНТУ, 2007. - 150 с.: ил.