

УДК 621.3

**СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СХЕМ РУ СРАВНЫМ
КОЛИЧЕСТВОМ ПРИСОЕДИНЕНИЙ**

**COMPARISON OF RELIABILITY INDICATORS WITH THE SAME
NUMBER OF CONNECTIONS**

В.Н. Годун, Е.В. Мятлев, А.И. Петрович
Научный руководитель -А.Л. Старжинский к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

astarginsky@bntu.by

V. Godun, M. Myatlev, A. Petrovich
Supervisor-A. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Построение схем сетей основывается на принципах формирования конфигурации сети и присоединения подстанций к сети. При этом в каждом конкретном случае руководствуются требованиями обеспечения надежности в соответствии с категориями присоединяемых потребителей. Одним из главных критериев их выбора является надежность.

Abstract: The construction of network diagrams is based on the principles of forming a network configuration and connecting substations to the network. In this case, in each specific case, they are guided by the requirements for ensuring reliability in accordance with the categories of connected consumers. Reliability is one of the main criteria for their selection.

Ключевые слова: схема, конфигурация сети, надежность, потребители.

Keywords: network, network configuration, selection, consumers.

Введение

Надёжность – это свойство объекта выполнять заданные функции в заданном объеме при определенном условии функционирования. Применительно к ЭС заданной функцией является снабжение потребителей электрической энергией в необходимых объемах и требуемого качества, исключения ситуаций, опасных для людей и окружающей среды. Невыполнение этой функции имеют место при отказах ЭС.

Под определением надежности понимается получение различных показателей надежности систем, которые позволяют принимать оптимальные решения в практической деятельности. Многообразие практических задач приводит к необходимости при изучении сложных систем использовать различные методы определения надежности. При расчёте будем пользоваться таблично-логическим методом. Данный метод позволяет выявить все виды аварий, возникающих при совпадении событий отказов элементов главной схемы электрических соединений ПС на ремонтные и эксплуатационные режимы, которые отличаются составом и повреждаемостью оборудования. Кроме того, влияют все виды возникающих аварий при развитии аварии из-за отказов срабатывания устройств релейной защиты, коммутационных аппаратов и устройств противопожарной автоматики.

Основная часть

Рассмотрим подробнее рассматриваемые схемы и области их применения.

Схемы состоящих из сборных шин и одним выключателем на одно присоединение называют схемой с одной секционированной системой шин. При наличии пяти или более присоединений она широко применяется в проектировании. Схема используется на напряжение 35-220 кВ.

Одним условием является наличие парных линий или линий, которые запитываются от других ПС, и также не резервируемых, но не более одной на любой из секций. Эта схема сочетает надежность схемы со сборными шинами с маневренностью схемы многоугольник. Так же имеет большую эксплуатационную гибкость. При раздельной работе трансформаторов токи КЗ снижаются на стороне вторичного напряжения.

Вторая из рассматриваемых схем – шестиугольник. Схемы РУ подстанций должны удовлетворять экономически целесообразному уровню надежности. Уровень надежности схемы РУ в различных режимах работы может быть жестко регламентирован. В схемах многоугольников для образования кольца, выключатели соединяются между собой. Таким образом линия и трансформатор присоединяется между двумя соседними выключателями. Основным достоинством схем многоугольников является использование разъединителей только для ремонтных работ, а само количество операций ими невелико. Именно поэтому мы выбрали для сравнения схему шестиугольника.

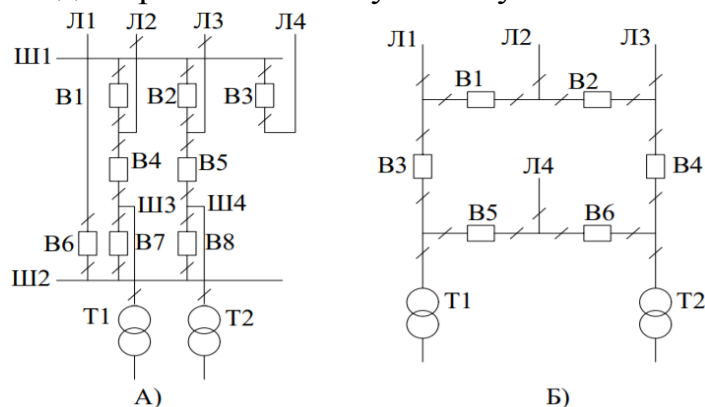


Рисунок 1- Схемы РУ принятые для сравнения: А) одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полуторную» цепочку, Б) шестиугольник.

В случае, если у нас происходит замыкание в выключателе или происходит отказ в нем при внешнем КЗ, то это будет связано с отключением двух присоединений. Минусом этой схемы является то, что при размыкании кольца, это случается при ремонте выключателя, короткое замыкание является причиной отключения одновременно двух рядом стоящих присоединений, одним из которых является поврежденным, однако вероятность такого случая мала. В целом, эту схему можно охарактеризовать так: надежная и недорогостоящая. Данную схему целесообразно использовать для двухтрансформаторных ПС 110/330 кВ с четырьмя ВЛ.

При помощи программы TOPAS рассчитали показатели надежности для каждой из схем.

Таблица 1 – Показатели надежности элементов элементов схемы РУ

Элементы схемы	Ном. напряжение U_n , кВ	λ_i , 1/год	$t_{с,ч}$	$\lambda_{э,1/год}$	$t_{нз,ч}$
Силовые трансформаторы	110	0,015	75,0	0,800	30,0
Воздушные линии 1 км	110	0,550	15,0	2,000	13,5
Сборные шины	110	0,500	6,0	0,160	4,5
Выключатели	110	0,011	30,0	0,090	100

Чтобы оценить уровень надежности одной из рассматриваемых схем, потребуется воспользоваться коэффициентом неготовности, который находится по выражению (1), зависящий от частоты погашений потребителей и длительности погашений.

Коэффициент неготовности потребителей:

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

где λ – частота погашений потребителей, 1/год;

T – длительность погашений потребителей.

Таблица 2 – Результаты расчета надежности элементов схемы А

Аварии	λ , 1/год	T , ч	$K_{нз}$, о.е.
Отказ одного трансформатора	0,13125	21,25	$3,184 \cdot 10^{-4}$
Отказ одного трансформатора и одной линии	0,04620	0,61	$3,216 \cdot 10^{-6}$
Отказ одного трансформатора и двух линий	0,00152	0,81	$1,407 \cdot 10^{-7}$
Отказ одного трансформатора и трех линий	0,00130	1,34	$1,985 \cdot 10^{-7}$
Отказ двух трансформаторов и четырех линий	0,00006	0,5	$0,346 \cdot 10^{-8}$
Отказ одной линии	2,29950	14,64	$3,843 \cdot 10^{-3}$
Отказ двух линий	0,02762	2,22	$6,998 \cdot 10^{-6}$

Таблица 3 – Результаты расчета надежности элементов схемы Б

Аварии	λ , 1/год	T, ч	$K_{нг}$, о.е.
Отказ одного трансформатора	0,13230	22,31	$3,209 \cdot 10^{-4}$
Отказ одного трансформатора и одной линии	0,04809	0,56	$2,909 \cdot 10^{-6}$
Отказ одного трансформатора и двух линий	0,00147	0,87	$1,386 \cdot 10^{-7}$
Отказ одного трансформатора и трех линий	0,00192	1,38	$2,866 \cdot 10^{-7}$
Отказ двух трансформаторов и четырех линий	0,00061	0,53	$3,36 \cdot 10^{-8}$
Отказ одной линии	2,28900	15,21	$3,786 \cdot 10^{-3}$
Отказ двух линий	0,02762	0,59	$1,765 \cdot 10^{-6}$

Заключение

В результате сравнения схем в различных аварийных ситуациях выяснили, что схема «одна рабочая секционированная система шин с подключением ответственных присоединений через «полупорную» цепочку» является более надежной, чем схема «шестиугольник», так как коэффициент неготовности, исходя из которого делаем анализ, в первой схеме меньше, чем во второй. Исходя из этого можно сделать вывод, что первая схема является более надежной и имеет лучшую эксплуатационную гибкость.

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.