

УДК 621.3

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ ПОДСТАНЦИИ КОЛЯДИЧИ 330 КВ CALCULATION OF RELIABILITY OF THE SUBSTATION KOLYADICHI 330 KV

А. В. Борщевский, М. Н. Булин

Научный руководитель – А. Л. Старжинский, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
astarginsky@bntu.by

A. Borshchevsky, M. Bulin

Supervisor – A. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** совокупная общность электроустановок образует систему электроснабжения, входящую в состав более крупных электроэнергетических систем (ЭС). Обеспечение достаточного уровня надежности функционирования систем электроснабжения представляется одной из наиболее важных задач в вопросе обеспечения потребителя электроэнергией. Анализ надежности позволяет определить наиболее слабые места в системах электроснабжения и принять меры для предотвращения аварийных ситуаций.*

***Abstract:** the aggregate community of electrical installations forms a power supply system that is part of larger electric power systems (ES). Ensuring a sufficient level of reliability of the functioning of power supply systems is one of the most important tasks in the issue of providing consumers with electricity. Reliability analysis allows you to identify the weakest points in power supply systems and take measures to prevent emergencies.*

***Ключевые слова:** надежность, подстанция, коммутационный аппарат.*

***Keywords:** reliability, substation, switching device.*

Введение

Современные системы электроснабжения достигают внушительных размеров и зачастую имеют сложный характер связей между элементами, объектами производства и потребителями электрической энергии.

Каждое из устройств, входящих в состав систем электроснабжения должно удовлетворять заданным требованиям надежности. Таким образом, надежность – одно из наиболее важных свойств систем электроснабжения, которое определяет их техническую исправность и экономическую эффективность работы. В случае, если система электроснабжения не располагает достаточным уровнем надежности, то все прочие показатели качества электроэнергии утрачивают свое практическое значение, поскольку не могут быть в полной мере использованы при эксплуатации системы электроснабжения.

Кроме того, надежная система электроснабжения должна поддерживать некоторую степень работоспособности в случае отказов ряда структурных элементов системы, обусловленных аварийными отключениями, наличия дефектов при производстве или техническим износом.

В дальнейшем для расчета исходной схемы прибегнем к использованию программного комплекса TOPAS.

Основная часть

Для исследования надежности системы электроснабжения была выбрана высокая сторона подстанции (ПС) «Колядичи – 330» (рис. 1). Изначально необходимо составить основную и расчетную схемы распределительного устройства (рис. 2).

В дальнейшем расчетную схему будем представлять схему в виде узлов и ветвей, где выключателями являются ветви, а узлами – прочие элементы. Последовательно пронумеруем все ветви и узлы, начиная с единицы.

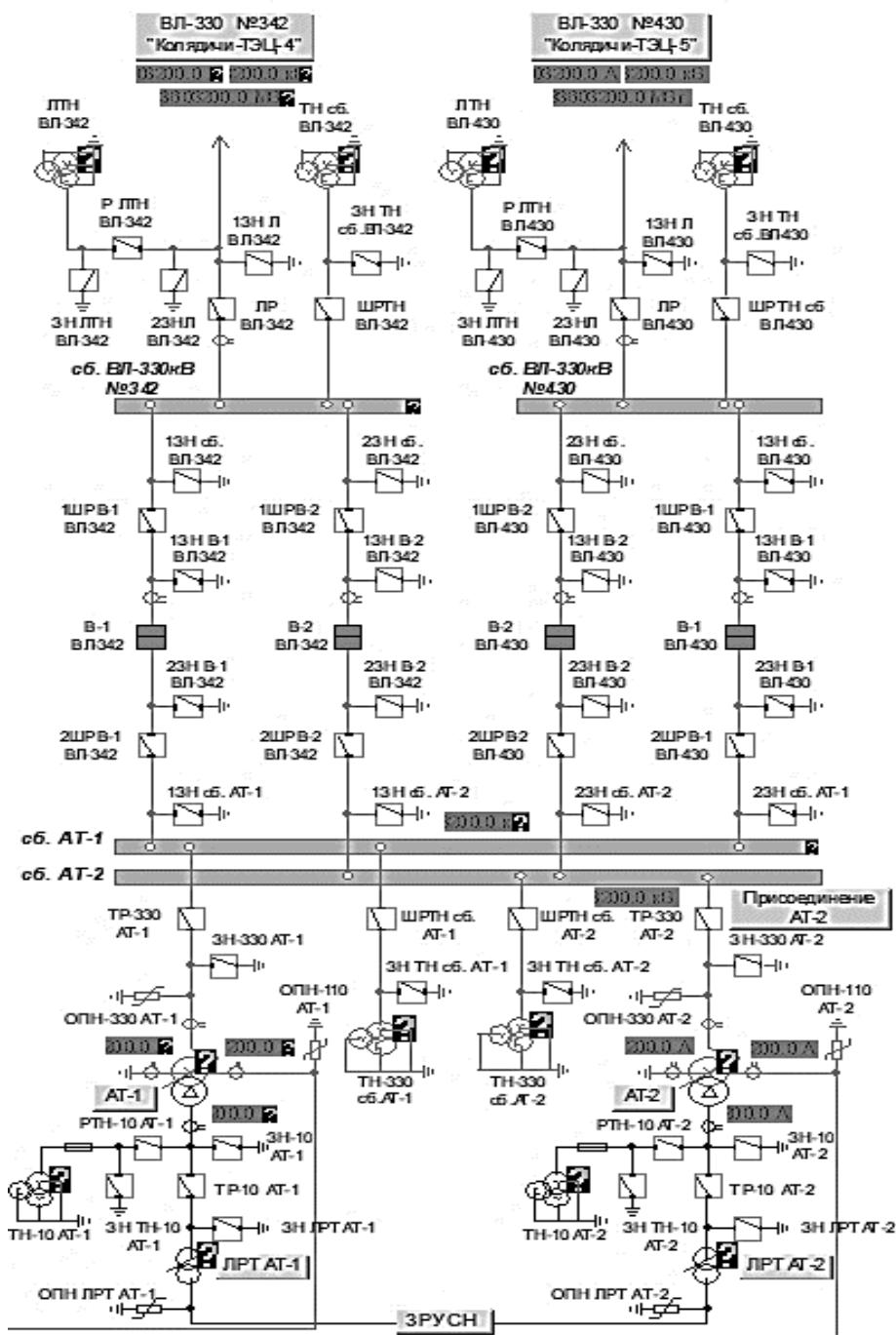


Рисунок 1 – Схема высокой стороны ПС «Колядичи – 330»

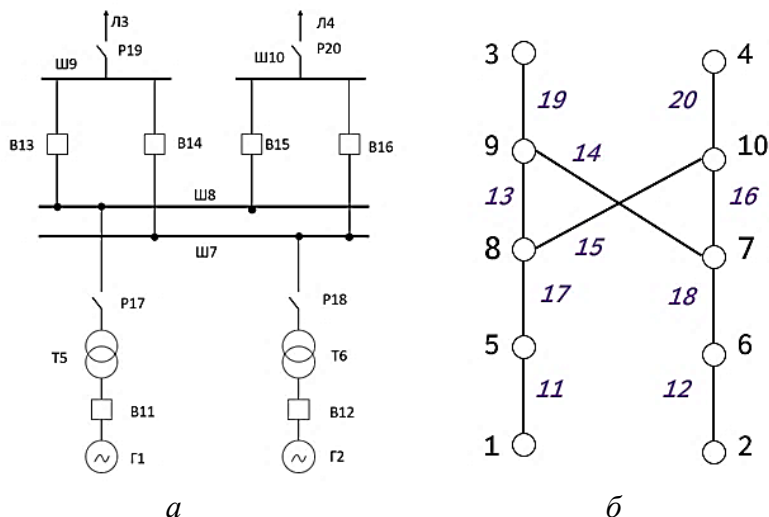


Рисунок 2 – Схема ПС «Колядичи – 330»

a – основная схема верхней стороны ПС «Колядичи – 330»; *б* – расчетная схема; 1, 2 – генераторы; 3, 4 – линии; 5, 6 – блочные трансформаторы; 7, 8, 9, 10 – сборные шины 330 кВ

На следующем этапе необходимо составить матрицу связей узлов с ветвями. При составлении будем следовать логике, согласно которой каждой ветви расчетной схемы ставятся в соответствие два примыкающих к ней узла в порядке увеличения их номеров (табл. 1).

Таблица 1 – Матрица связей узлов с ветвями

Номер коммутационного аппарата	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1-й узел	1	2	8	7	8	7	5	6	3	4
2-й узел	5	6	9	9	10	10	8	7	9	10

Далее необходимо присвоить каждой группе элементов расчетной схемы исходные данные в формате, позволяющем произвести последующий расчет в программном комплексе TOPAS (табл. 2).

Таблица 2 – Показатели надежности оборудования

Элементы схемы	Частота отказа 1/год	Время п-авар. восс., ч	Частота план-го рем-та, 1/год	Длитель. план-го рем-та, ч	Вероятн. отказа при откл КЗ., о. е.	Вероятн. отказа в сраб-нии РЗ, о. е.
1-2	0,001	0	0	0	–	0,001
3-4	0,002	9	0,5	20	–	0,001
5-6	0,008	60	0,25	6	–	0,001
7-10	0,039	15	0,498	9	–	0,001
11-12	0,009	10	0,5	10	0,003	–
13-16	0,02	48	0,2	90	0,002	–

Используя исходным данным произведем расчет надежности схемы по отключаемым элементам и по количеству отключаемых элементов (табл. 3).

Таблица 3 – Результаты анализа надежности

Код аварии	Суммарная частота, 1/год	Среднее время восст., ч
2Т 2Л	0,000322	0,5
1Т 1Л	0,162	7,93

Коэффициент неготовности потребителей вычисляется по формуле (1) [2]:

$$K_H = \frac{T(k)\lambda}{8760} \quad (1)$$

Отключены 2Т 2Л:

$$K_H = \frac{T(k)\lambda}{8760} = \frac{0,5 \cdot 0,000322}{8760} = 1,837 \cdot 10^{-8}.$$

Отключены 1Т 1Л:

$$K_H = \frac{T(k)\lambda}{8760} = \frac{7,93 \cdot 0,162}{8760} = 1,467 \cdot 10^{-4}.$$

Заключение

Согласно результатам расчета, вероятность отключения сразу двух линий и двух трансформаторов гораздо более маловероятна, чем отключение одного трансформатора и одной линии.

Для улучшения показателей надежности системы электроснабжения применяется ряд специальных мероприятий, среди которых: резервирование, улучшение защиты электрооборудования, применение актуальных методов по контролю за состоянием изоляции, снижение времени восстановления электрооборудования после аварийных ситуаций, облегчение электрических, механических и тепловых режимов функционирования элементов системы электроснабжения, замена электрооборудования на более надежное.

Литература

1. Исследование надежности систем электроснабжения предприятий: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Надежность электроснабжения» для студентов V курса, обучающихся по специальности 140211 «Электроснабжение» направления 140200 «Электроэнергетика» / Н. Г. Волков, А. А. Сивков. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 23 с.
2. Шеметов, А. Н. Надежность электроснабжения: учебное пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение». – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г. И. Носова», 2006.