

УДК 621.3.019.3

**СРАВНЕНИЕ ГЛАВНЫХ СХЕМ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ НА ОСНОВЕ
ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ С УЧЁТОМ НАДЁЖНОСТИ
COMPARISON OF THE MAIN SCHEMES OF POWER PLANTS
BASED ON THE REDUCED COSTS, TAKING INTO ACCOUNT
RELIABILITY**

А.Д. Титов, И.В. Хитров

Научный руководитель – А.Л. Старжинский, кандидат технических наук
Белорусский национальный технический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

alexeystminsk@gmail.com

A. Titov, I. Xitrov

Supervisor – A. Strarzhinsky, Candidate of Technical Science Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Важнейшей задачей в энергетике является надёжное снабжение потребителей качественной электрической энергией. Часть электроэнергии производится на конденсационных электрических станциях. Их главные схемы электрических соединений должны быть не только высоконадёжны, но и экономичными. С помощью ЭВМ был произведён расчёт недоотпуска электрической энергии с шин станции мощностью 800 МВт с двумя разными главными схемами. Было выполнено сравнение этих схем по приведенным затратам с учётом ущерба от недоотпуска.

Abstract: The most important task in the energy sector is the reliable supply of high-quality electrical energy to consumers. Some of the electricity is generated in condensing power plants. Their main wiring diagrams must not only be highly reliable, but also economical. With the help of a computer calculation was made undersupply of electric power busbar station of 800 MW with two different main circuits. A comparison was made of these schemes in terms of reduced costs, taking into account the damage from undersupply.

Ключевые слова: надёжность, недоотпуск, затраты, главные схемы электрических соединений, капиталовложения.

Key words: reliability, undersupply, costs, main wiring diagrams, capital investments.

Введение

Под термином надёжность понимается свойство объекта сохранять в некоторых установленных пределах значения своих параметров на протяжении заданного времени работы. Конкретно для энергосистем надёжность означает стабильное снабжение потребителей электрической энергией с удовлетворительными показателями качества, а также исключение ситуаций опасных для окружающей среды и людей.

Часть электрической энергии производится на конденсационных электростанциях. На станциях энергию сжигания органического топлива преобразуют в электрическую и выдают потребителям. Для этого используется следующее электрическое оборудование: генераторы, трансформаторы, сборные

шины, выключатели, разъединители, линии электропередачи и др. Всё это оборудование обладает высокой степенью надёжности, но, тем не менее и оно выходит из строя, отказывает. Основной причиной постепенных отказов является старение материалов и износ отдельных частей элементов. Они возникают вследствие теплового, вибрационного старения изоляции трансформаторов, генераторов, кабельных линий, коррозии металлических частей проводов, опор, оболочек кабелей, износа дугогасительных устройств коммутационных аппаратов при отключении токов короткого замыкания, вследствие деформации материалов и диффузии одного материала в другой.

Из-за этого, потребителю недоотпускается часть электроэнергии. Недоотпуск несёт экономические ущербы. Поэтому для его минимизации главным схематическим электрических станций предъявляются высокие требования надёжности.

Основная часть

Для сравнения главных схем электростанций были спроектированы два варианта схем электрических соединений КЭС 800 МВт, которые представлены на рисунке 1 и рисунке 2. Схемы электрических соединений изображены в нормальном режиме работы. Для ОРУ 330 кВ первого варианта выбрали схему коммутации 3/2, а для ОРУ 110 кВ выбрали двойная система сборных шин с обходной. Для второго варианта ОРУ 330 кВ выбрали схему коммутации 4/3, а для ОРУ 110 кВ выбрали схему коммутации 2/1.

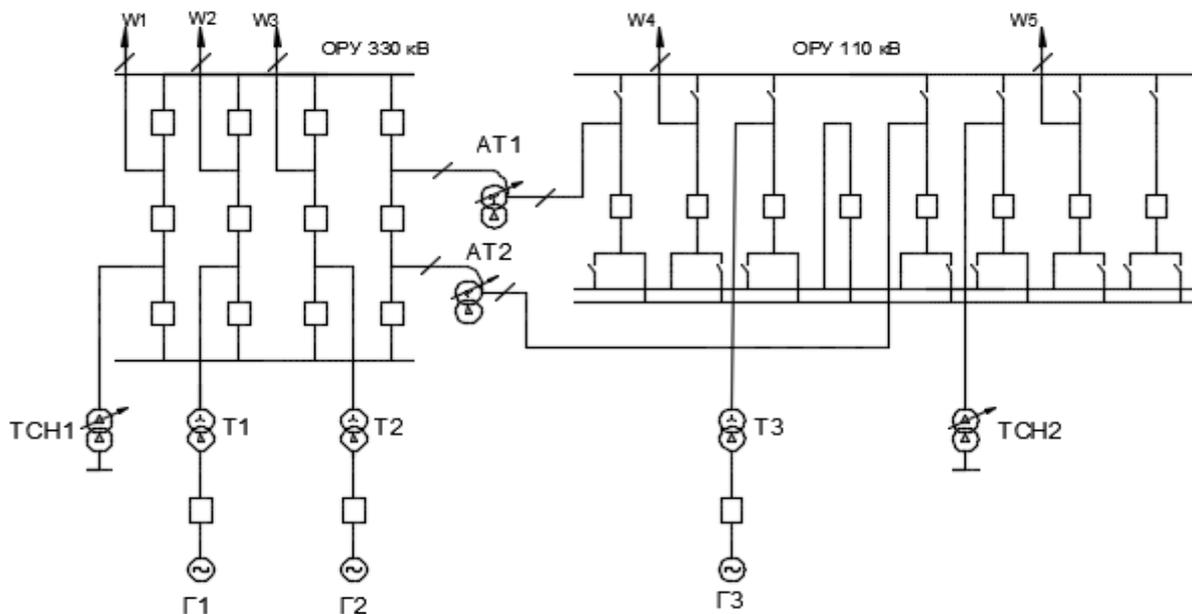


Рисунок 1 – Схема электрических соединений вариант 1

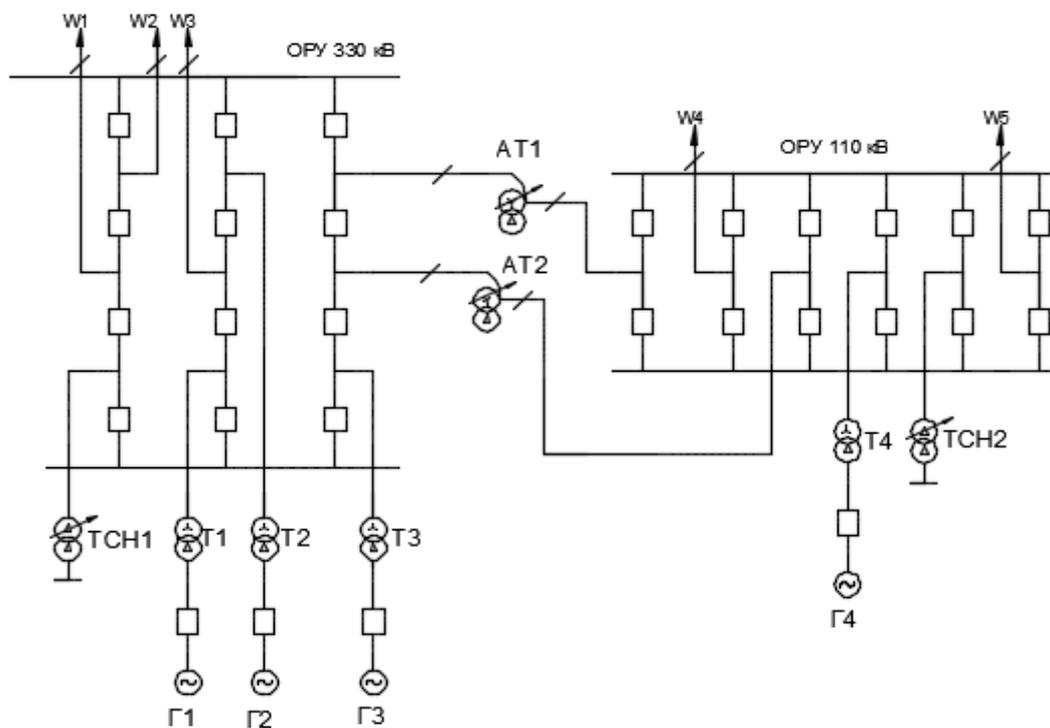


Рисунок 2 – Схема электрических соединений вариант 2

Экономически целесообразный вариант определяется минимумом приведенных затрат. Издержки для обоих вариантов учитывать не будем.

$$Z_i = E \cdot K_i + Y_i, \quad (1)$$

где $i = 1, 2$ – номер варианта;

E – нормативный коэффициент экономической эффективности капиталовложений, равный 0,12;

K_i – капиталовложения в сооружение электроустановки, тыс. руб.;

Y_i – ущерб от недоотпуска электроэнергии, тыс. руб.;

$$Y_i = \beta \cdot \Delta \mathcal{E}_i, \quad (2)$$

где β – стоимость 1 кВт·ч потерянной энергии, $\beta = 0,8$ коп./кВт·ч;

$\Delta \mathcal{E}_i$ – суммарный недоотпуск электроэнергии с шин станции, кВт·ч.

Расчёт надёжности выбранных главных схем электрических соединений произведём с помощью программы TOPAS. Она позволяет произвести расчёт надёжности и недоотпуска электрической энергии с шин станций вследствие отказов элементов. Вычисление показателей надёжности осуществляется на основе определения количества комбинаций событий, приводящих к отказу. Недоотпуск определяется по длительности простоя ввиду отказов. Полученные результаты сведём в таблицу 1.

Таблица 1 — Результаты суммарного недоотпуска электроэнергии с шин электростанций в программе TOPAS

	$\Delta \mathcal{E}_i \cdot 10^5 \cdot \text{кВт}\cdot\text{ч}$
Вариант 1	151,2
Вариант 2	909,7

Выбор основного оборудования электрических станций, а также капиталовложения элементов схем сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Капиталовложения элементов схем

Оборудование	Стоимость единицы, тыс. руб.	Варианты			
		Первый		Второй	
		Количество, шт	Общая стоимость, тыс. руб.	Количество, шт	Общая стоимость, тыс. руб.
Генераторы					
ТВВ-320-2ЕКУЗ	12000	2	24000	–	–
ТВВ-160-2ЕУЗ	6400	1	6400	–	–
ТВВ-220	7950	–	–	4	31800
Трансформаторы					
ТДЦ-400000/330	398,5	2	797	–	–
ТДЦ-200000/110	222	1	222	–	–
АТДЦТН 200000/330/110	291	2	582	–	–
ТРДНС-40000/330	200	1	200	1	200
ТРДНС – 25000/110	66,5	1	66,5	1	66,5
ТДЦ-250000/330	305,6	–	–	3	916,8
ТДЦ-250000/110	255	–	–	1	255
АТДЦТН-125000/330/110	291	–	–	2	582
Ячейки РУ					
ячейка ОРУ 110кВ	16,13	7	112,91	12	193,56
ячейка ОРУ 330кВ	48,59	12	583,08	12	583,06
Итого:		32963,49		34596,92	

Приведём расчёт ущерба от недоотпуска электроэнергии для двух вариантов:

$$Y_1 = 0,008 \cdot 151,2 \cdot 10^5 = 120,96 \text{ тыс. руб.} \quad (3)$$

$$Y_2 = 0,008 \cdot 909,7 \cdot 10^5 = 727,76 \text{ тыс. руб.} \quad (4)$$

Рассчитаем наиболее экономически целесообразный вариант с помощью приведенных затрат:

$$Z_1 = E \cdot K_1 + Y_1 = 0,12 \cdot 32963,49 + 120,96 = 4076,6 \text{ тыс. руб.} \quad (5)$$

$$Z_2 = E \cdot K_2 + Y_2 = 0,12 \cdot 34596,94 + 727,76 = 4879,4 \text{ тыс. руб.} \quad (6)$$

$$\Delta z = \frac{z_2 - z_1}{z_2} \cdot 100\% = \frac{4879,4 - 4076,6}{4879,4} \cdot 100\% = 19,7\% \quad (7)$$

Заключение

На основании расчёта с помощью метода приведенных затрат с учётом надёжности можно сделать вывод, что схема электрических соединений первого варианта экономичнее на 19,7% по сравнению со вторым вариантом, а также недоотпуск электроэнергии с шин электростанций в 6 раз меньше по отношению к второму варианту, что говорит о более надёжные схемы электрических соединений.

Литература

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