

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС

А.И. Киньшин

Научный руководитель - доцент Н.М. Космынина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Запущенная в конце 1973 года Ленинградская АЭС является первой использующей реактор РБМК-1000 (реактор большой мощности канальный). Использование такого типа реакторов позволяет обеспечить до 50% потребления электроэнергии в Ленинградской области и г. Санкт-Петербурге и до 27% в Северо-Западном федеральном округе. Станция является основным поставщиком тепловой энергии для населения и промышленных предприятий г. Сосновый Бор, для которого она является градообразующим предприятием.

ЛАЭС состоит из четырех блоков типа РБМК-1000. Установленная мощность станции – 4000 МВт. Проектная выработка – 28 млрд кВтч в год. Первоначально проектный эксплуатационный ресурс каждого реактора и основного оборудования энергоблоков был установлен в 30 лет. В результате выполненной на ЛАЭС модернизации ресурс каждого из четырех энергоблоков продлен на 15 лет.

Каждый энергоблок ЛАЭС имеет по два турбогенератора электрической мощностью по 500 МВт, состоящие из турбины насыщенного пара типа К-500-65 и синхронного генератора трехфазного тока ТВВ-500-2 с числом оборотов 3000 в минуту [1]. Действующая схема турбоустановки представлена на рисунке 1.

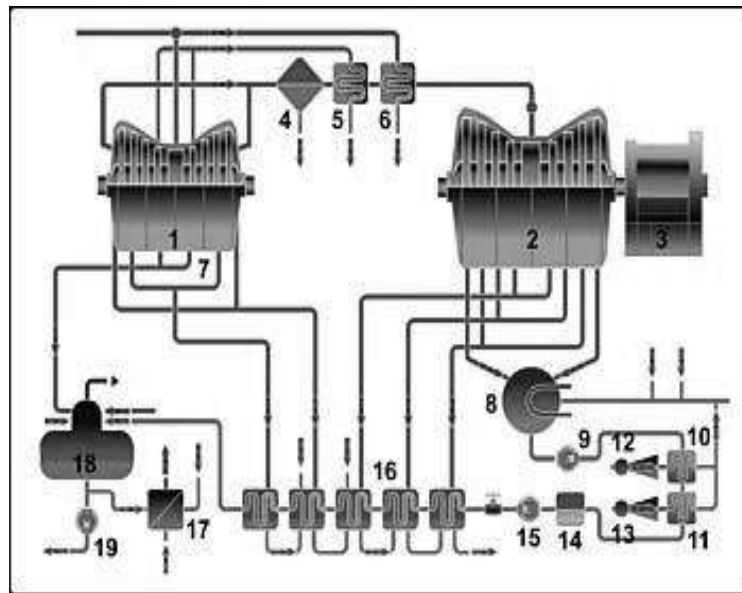


Рис. 1 Принципиальная тепловая схема турбоустановки К-500-65

Таблица 1

Обозначения на рисунке 1

1. Цилиндр высокого давления	10. Охладитель основного эжектора
2. Цилиндр низкого давления	11. Охладитель эжектора уплотнений
3. Генератор ТВВ-500-2	12. Основной эжектор
4. Сепаратор	13. Эжектор уплотнений
5. Промежуточный пароперегреватель 1-ой ступени	14. Конденсатоочистка
6. Промежуточный пароперегреватель 2-ой ступени	15. Конденсатный насос 2-го подъёма
7. Нерегулируемые отборы турбины	16. Подогреватель низкого давления
8. Конденсатор	17. Испаритель
9. Конденсатный насос 1-го подъёма	18. Деаэратор
	19. Питательный насос

Турбина имеет 6 нерегулируемых отборов пара, предназначенных для подогрева основного конденсата и питательной воды в подогревателях низкого давления и деаэраторе [1]. Каждая турбина оснащена системой промежуточного перегрева пара с предварительной сепарацией. Насыщенный пар из реактора, отработавший в

цилиндре высокого давления, после осушки в сепараторе поступает в подогреватели первой и второй ступени. Греющим паром в первой ступени является пар из первого отбора цилиндра высокого давления. Перегрев пара во второй ступени осуществляется свежим паром из реактора.

Пар из каждого цилиндра низкого давления поступает в конденсатор турбины. Применены конденсаторы поверхностного типа двухходовые, охлаждающей водой является морская вода. Неконденсирующиеся газы, содержащие в себе водород, с помощью эжекторов направляются в установку сжигания гремучей смеси. Турбина имеет дроссельное парораспределение с 4-мя стопорными и 4-мя регулирующими клапанами свежего пара [1]. Турбина снабжена ограничителем мощности, системой защиты и гидродинамической системой автоматического регулирования частоты вращения ротора, которая позволяет обеспечить синхронизацию генератора с сетью, устойчивую работу турбины на всех нагрузках и холостом ходу, перевод турбины на холостой ход при сбросе электрической нагрузки, дистанционное управление нагружением турбины. В качестве рабочего тела в системе регулирования используется масло.

Преобразование же механической энергии в электрическую производится при помощи турбогенераторов ТВВ-500-2, установленных в количестве двух штук на каждый энергоблок. На рисунке 2 представлен общий вид данного турбогенератора [3].

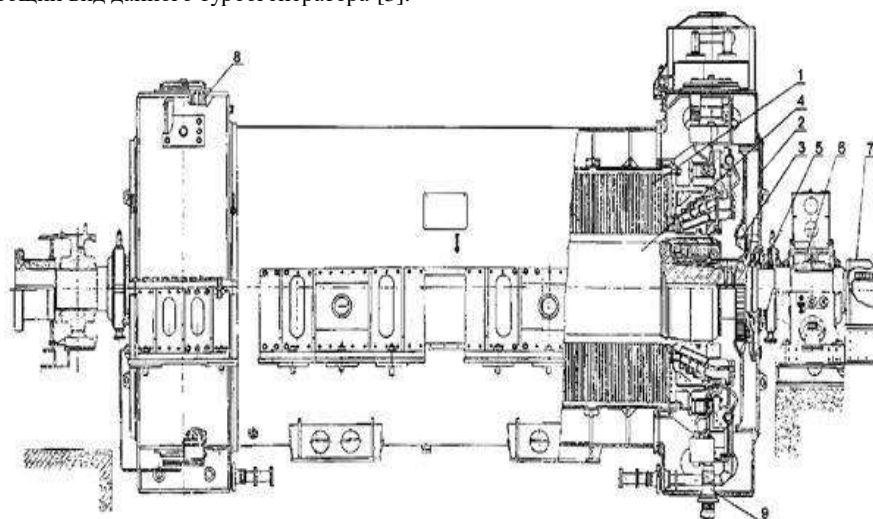


Рис. 2 Турбогенератор ТВВ-500-2 (1 - статор; 2 - щит наружный; 3 - щиток направляющий; 4 - ротор; 5 - уплотнение вала ротора; 6 - подшипник; 7 - щеточный аппарат; 8 - газоохладитель; 9 - вывод концевой)

Таблица 2

Основные параметры турбогенератора ТВВ-500-2 [3]

Полная мощность, кВ·А	588000
Активная мощность, кВт	500000
Коэффициент мощности	0,85
Напряжение, В	20000
Ток статора, А	17000
Частота, Гц	50
Частота вращения, об/мин	3000
Коэффициент полезного действия, %	98,7
Маховой момент ротора, т·м ²	40,0
Критическая частота вращения, об/мин	950/2400
Соединение фаз обмотки статора	двойная звезда
Число выводов обмотки статора	9
Давление водорода, кгс/см ² (МПа)	4,5 - 5
Допустимая минимальная температура охлаждающего газа, °С	не ниже 20
Чистота водорода, % не менее	98
Давление дистиллята в обмотке статора, МПа	4

Литература

1. Ленинградская АЭС [Электронный ресурс]: производство URL: <http://www.lnpp.ru> (дата обращения: 18.07.2018)
2. Рожкова, Лениза Дмитриевна. Электрооборудование станций и подстанций: учебник для техникумов. / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.: ил.
3. СТО 70238424.29.160.20.015-2009 Турбогенераторы серии ТВВ. Групповые технические условия на капитальный ремонт. Нормы и требования: стандарт организации; введ. 2010-01-11. – Москва, 2010. – 69 с.