

## ТЕПЛОВЫЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ. МОЩНОСТЬ ТЭЦ-2

*Имомов Жохонгир Толипович, магистр*

*Ташкентский государственный технический университет имени  
Ислама Каримова*

### Аннотация

В статье анализируются виды ТЭЦ-2, располагаемая на восточной окраине города Кишинева, предназначена для покрытия тепловых и электрических нагрузок города и прилегающих районов. Обычно ТЭЦ строят вблизи потребителя тепла – промышленных предприятий или жилых массивов, если ТЭЦ предназначена для теплофикации города (района). ТЭЦ отпускает электроэнергию в общую электрическую сеть и теплоту – в местную сеть теплоснабжения.

Одной из основных характеристик электростанции является ее установленная мощность, которая определяется как сумма номинальных мощностей всех турбогенераторов. При этом под номинальной мощностью понимают наибольшую мощность, при которой турбогенератор может работать длительное время в режимах, устанавливаемых техническими условиями. Тепловая нагрузка электростанции, определяемая расходом тепла на производственные процессы и бытовые нужды (горячее водоснабжение), практически не зависит от наружной температуры воздуха. Однако летом эта нагрузка (так же, как промышленная электрическая нагрузка) несколько меньше, чем зимой. В то же время промышленная и бытовая тепловые нагрузки резко изменяются в течение суток. Кроме того, среднесуточная нагрузка электростанции, расходуемая на бытовые нужды, в конце недели и предпраздничные дни значительно выше, чем в другие рабочие дни недели.

Проектом предусматривается покрытие от Кишиневской ТЭЦ-2 следующих тепловых нагрузок города и прилегающих промышленных предприятий:

- пар 13 ата – 132 т/час;
- горячая вода на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение по закрытой схеме по температурному графику  $150/70^{\circ}\text{C}$  – 695 Гкал/час;
- нагрузка горячего водоснабжения от ТЭЦ-2 принята – 124 Гкал/час.

По этим нагрузкам для ТЭЦ-2 предусматривается следующий состав основного технологического оборудования:

- турбина типа ПТ-80-130/13;
- две турбины типа Т-100/120-130-3;
- три энергетических котла по 480 т/час типа ПТВН-100.

Электрическая мощность ТЭЦ составляет 240 МВт.

Для Кишиневской ТЭЦ-2 принимается режим работы по тепловому графику с догрузкой по конденсационному циклу на отдельных этапах роста тепловых нагрузок, а также с догрузкой летом, в течение 2-3 часов в период пика электрических нагрузок до номинальной мощности вращающихся агрегатов. Электрическая мощность ТЭЦ-2 используется для покрытия электрических нагрузок г. Кишинева и прилегающих районов.

В промышленной зоне, тяготеющей к ТЭЦ-2, сосредоточены тепловые и электрические нагрузки предприятий различных отраслей промышленности. В перспективе до 1980 г. в этом районе намечалось разместить до 20 предприятий. Их суммарная электрическая нагрузка при полном развитии оценивалась величиной порядка 75 МВт.

Указанная нагрузка не превышает 20% мощности ТЭЦ. Кроме ТЭЦ-2 в данном узле расположена Кишиневская ТЭЦ-1 установленной мощностью 59 МВт. Основными потребителями узла являются машиностроительная, металлообрабатывающая, легковая и другие отрасли промышленности, а также сельское хозяйство и коммунально-бытовая нагрузка. В связи с тем, что ТЭЦ выдает мощность в общегородские сети, следует рассматривать ее работу в общем балансе энергоузла.

Результаты расчета технико-экономического сравнения показали, что по расчетным затратам наиболее экономичной является следующая схема присоединения ТЭЦ-2 к энергосистеме: мощность ТЭЦ выдается в городские сети 110 кВ, которые в данном районе получили преимущественно развитие. Для этой цели на ТЭЦ сооружается ОРУ-110 кВ, на которое коммутируются все три турбогенератора по схеме блоков генератор-трансформатор. На ОРУ заводятся линии связи с ТЭЦ-1 и сетевыми подстанциями. По этому варианту на ОРУ 110 кВ ТЭЦ-2 предусматривается 5 оборудованных ячеек для следующих ВЛ 110 кВ:

1. ТЭЦ-1 – 1 ячейка;
2. Подстанция №10 – 2 ячейки;
3. ВЛ на Дубоссары – 2 ячейки.

Кроме этого предусматриваются 4 необорудованные резервные линейные ячейки 110 кВ.

Современные тепловые электрические станции имеют преимущественно блочную структуру. Кишиневская ТЭЦ-2 выполнена по блочной схеме с поперечными связями по пару и питательной воде. ТЭЦ с блочной структурой составляется из отдельных энергоблоков. В состав каждого энергоблока входят основные агрегаты – турбинный и котельный и связанное с ним непосредственно вспомогательное оборудование.

Применение блочной схемы связано со следующими особенностями эксплуатации:

1. Котельный резерв на блочных ТЭЦ отсутствует, что компенсируется аварийным резервом в энергосистеме. Останов котла означает потерю мощности энергоблока.

2. Аварийные ситуации локализуются в рамках энергоблока, не затрагивая соседние блоки.

3. Упрощение тепловой схемы и коммуникаций, отсутствие соединительных магистралей, уменьшение числа элементов арматуры облегчает и делает его более надежным.

4. Управление блоком ввиду тесной взаимосвязи котла и турбины осуществляется из единого центра, каковым является блочный щит управления.

5. Каждый последующий энергоблок ТЭЦ может быть выполнен отличным от предыдущего с применением более прогрессивных решений.

6. Блочная схема приводит к блочному пуску, т. е. к одновременному пуску котла и турбины на скользящих параметрах пара.

Основным оборудованием ТЭЦ являются турбина, котел и генератор. Серийные агрегаты стандартизированы по соответствующим показателям: мощности, параметрам пара, производительности, напряжению и силе тока и т. д. При выборе предпочтение отдается стандартным агрегатам. На выбор агрегатов существенное влияние оказывает тепловая схема электростанции.

При выборе основного оборудования блочной ТЭЦ должны соблюдаться следующие требования:

1. Тип и количество основного оборудования должны соответствовать заданной мощности электростанции и предусмотренному режиму ее работы. Возможные варианты по значениям мощности блоков и параметрам пара сопоставляются по технико-экономическим показателям, таким как удельные капитальные затраты, себестоимость энергии, удельный расход условного топлива.

2. Ограничения по мощности выбираемых блоков накладывается мощностью энергосистемы.

3. К блокам, предназначенным для регулирования нагрузки системы (пиковым и полупиковым), предъявляются дополнительные ограничения по мощности и параметрам пара.

4. Выбор основного оборудования для блочных ТЭЦ заключается в выборе блоков, включающих в себя все основные агрегаты и вспомогательное оборудование.

5. Тип парового котла должен соответствовать виду топлива, выделенному для проектируемой электростанции.

6. Производительность парового котла блока ТЭЦ выбирается такой, чтобы обеспечивался номинальный расход пара на турбину вместе с расходом на собственные нужды и запасом, равным 3%.

7. Число котлов выбирается равным числу турбин – это позволяет иметь одинаковую строительную длину котельного и турбинного отделений.

8. При расширении ТЭЦ в целях увеличения отопительной мощности рассматриваются два варианта: или установка турбины типа Т, или увеличение количества водогрейных котлов.

На ТЭЦ-2 сооружено три блока, на которых установлено следующее технологическое оборудование для покрытия тепловых и электрических нагрузок:

1. Турбоагрегаты:

- блоки №1,2 – турбина типа ПТ-80-130/13;

- блок №3 – турбина типа Т-100/120-13.

Для промышленно-отопительных ТЭЦ применяются конденсационные турбины типа ПТ с двумя регулируемыми отборами пара. Т. к. на ТЭЦ-2 преобладает отопительная нагрузка, то в дополнение к турбинам ПТ установлена турбина типа Т с теплофикационными отборами. В таблице 1.1 представим технические характеристики турбин.

Таблица 1.1 – Технические характеристики турбин ТЭЦ-2

	Характеристики	Данные	
		ПТ-80-130/13	Т-100/120-130

	Номинальная мощность, МВт	80	100
	Максимальная мощность, МВт	-	120
	Давление свежего пара	130	130
	Температура свежего пара, °C	555	555
	Номинальный расход свежего пара, т/час	450	485
	Число регенеративных отборов	7	7
	Пределы регулирования давления пара в отборах:		
	-производственном, МПа	1-1,6	-
	-отопительном, МПа	0,03-0,25	-
	-верхнем отопительном, Мпа	-	0,06-0,25
	-нижнем отопительном, МПа	-	0,05-0,20
	Удельный расход свежего пара при номинальном теплофикационном режиме, кг/ кВт ч	5,6	4,3
	Число цилиндров турбины	2	2
<b>0</b>	Число конденсаторов	1	1
<b>1</b>	Расход пара в отборах:	185	-
	-производственном, т/час	130	-
	-отопительном, т/час		0,06-0,25
	-верхнем и нижнем отопительных, т/час		0,05-0,20
<b>2</b>	Температура охлаждающей среды, °C	20	20
<b>3</b>	Температура питательной воды, °C	250	230

2. Котлоагрегаты. На Кишиневской ТЭЦ-2 установлены следующие котлоагрегаты:

- для всех блоков – энергетические котлы типа ТГМ-96б (три штуки) паропроизводительностью 480 т/час;
- три пиковых водогрейных котла типа ПТВМ-100 производительностью 100 Г кал/час;
- два пиковых водогрейных котла типа КВГМ-180 производительностью 1180 Г кал/час.

Резервные котлы на блочных ТЭЦ не устанавливаются. На ТЭЦ в качестве резерва устанавливаются водогрейные котлы. Количество их принимается равным не менее двух, а суммарная мощность такова, чтобы при отключении одного энергетического котла остальные вместе с водогрейными котлами обеспечивали

среднюю отопительную нагрузку наиболее холодного месяца. Для принятой блочной схемы ТЭЦ котлы ТГМ-966 обеспечивают максимальный расход пара на турбину ПТ-80/13-130 с запасом 2,1%, а для турбин Т-100/1220 130-3 обеспечивают только номинальный пропуск пара турбиной без запаса. Максимальный пропуск пара турбиной 485 т/час не покрываются. В таблице 1.2 представим технические характеристики котлов.

Таблица 1.2 – Технические характеристики котлов ТЭЦ-2

	Характеристики	Данные
<b>Энергетический котел типа ТГМ-966</b>		
	Паропроизводительность, т/час	480
	Температура питательной воды, °C	230
	Температура пара, °C	560
	Давление пара,	
	-МПа	13,8
	-кг с/ см <sup>2</sup>	140
	Температура уходящих газов, °C	150
	К.п.д. гарантийный, %	92,8
	Воздухоподогреватель – РВП	-
	Топливо – газ и мазут	-
<b>Водогрейный котел типа ПТВМ-100</b>		
	Теплопроизводительность, Гкал/час	100
	Давление, кг с/см <sup>2</sup>	10,3
	Топливо – газ и мазут	-
	Расход воды	
	- в основном режиме, т/час	1235
	- в пиковом режиме, т/час	2457
	К.п.д., %	90,5
	Температура воды на входе в котел	
	- в основном режиме, °C	70
	- в пиковом режиме, °C	110
	Температура воды на выходе из котла, °C	150
<b>Водогрейный котел типа КВГМ-180</b>		
	Теплопроизводительность, Гкал/час	180
	Давление, кг с/см <sup>2</sup>	8-25
	Топливо – газ	-
	Расход воды, т/час	4420
	К.п.д., %	88,8
	Температура воды на входе в котел, °C	70
	Температура воды на выходе из котла, °C	150

Каждый из блоков ТЭЦ-2 в номинальном режиме выдает 80 МВт электроэнергии, а также тепло с сетевой водой (на отопление и горячее водоснабжение) – 100 Гкал/час. С блоков №1, 2 можно выдать пар для промышленных предприятий – 80 Гкал/час. Пиковые водогрейные котлы могут выдать суммарную тепловую мощность 660 Гкал/час. Так как ТЭЦ-2 является электростанцией комбинированного типа, она производит электричество и тепло в разных количествах в зависимости от климатических условий и от инструкций со стороны контрольных органов.

В определенных условиях ТЭЦ может производить только электроэнергию (при конденсационном режиме) или же напротив поставлять максимальное количество теплоты турбин блоков и дополнительно электроэнергию. В зависимости от ситуации с топливом, можно поставить дополнительное тепло с пиковых водогрейных котлов.

### Список литературы

1. Копылов И.П. Электрические машины.-М.: Высшая школа, Логос, 2000. -607 с.
- 2.Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П. Проектирование электрических машин. / Под ред. Копылова И.П. М: 2002. -757 с.
3. Бурковская Т.А. Проектирование электрических машин постоянного тока: Учеб.пособие. - Воронеж: Издательство "Научная книга", 2008.
4. Иванов - Смоленский А.В. Электрические машины. М: МЭИ, 2004.Ч 1. - 928 с.
5. Усольцев. Электрические машины. -Санкт-Петербург.: НИУ ИТМО, 21013. -416 с.
6. Salimov J.S., Pirmatov N.B. Elektrmashinalari.Darslik.-T.: O'zbekistonfaylasuflarimilliyjamiyatinashriyoti, 2011. - 408 b.
7. Berdiev U.T., Pirmatov N.B. Elektromexanika. Texnika oliy oquv yurtlarining “Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyalari” va “Elektr energetika” yo‘nalishi talabalari uchun darslik.– T.: Shams-Asa. 2014. -386 b.