

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

ЛЕКЦИЯ №11-14

Тайлашева Татьяна Сергеевна
Доцент НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ

ТЕМА. ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

2

ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

3

Из всех форм вырабатываемой энергии наиболее широко используются два ее вида - электрическая энергия и тепло. Для организации рационального теплоснабжения потребителей особенно большое значение имеет **теплофикация**, являющаяся наиболее совершенным методом централизованной поставки тепловой энергии и одним из основных путей снижения удельного расхода топлива на выработку электрической энергии.

Теплофикация - централизованное теплоснабжение на базе комбинированной, т.е. совместной выработки тепловой и электрической энергии. В этом заключается и основное отличие теплофикации от так называемого раздельного метода теплоэнергоснабжения, когда электрическая энергия вырабатывается на конденсационных тепловых электростанциях, а тепловая - в котельных.

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

4

Различают **два вида тепловой нагрузки**: **производственную**, необходимую для технологических процессов промышленных предприятий, и **отопительную**, служащую для отопления производственных общественных и жилых помещений, а также горячего водоснабжения и вентиляции.

Производственную тепловую нагрузку обеспечивают **паром**, **горячей водой** отработавшим в турбине и имеющим давление $0,7...4,0$ МПа, **отопительную** - с температурой **$70...150$ °С**, либо паром из отборов турбины с давлением $0,05...0,50$ МПа. В холодное время года воду нагревают **до $120...150$ °С**.



ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

5

Промышленная тепловая нагрузка характеризуется неравномерностью в течение суток и относительной равномерностью в течение года с некоторым снижением летом.

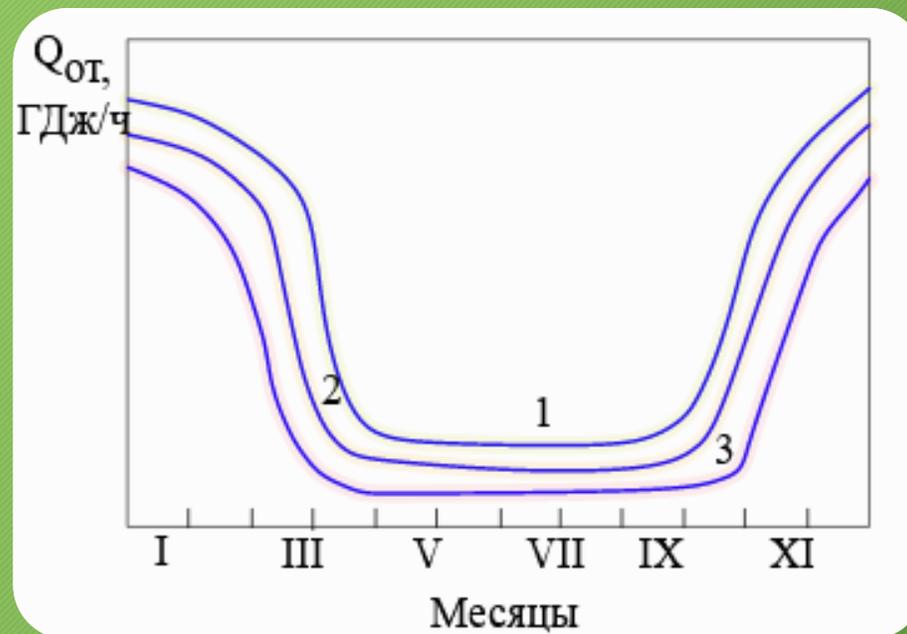
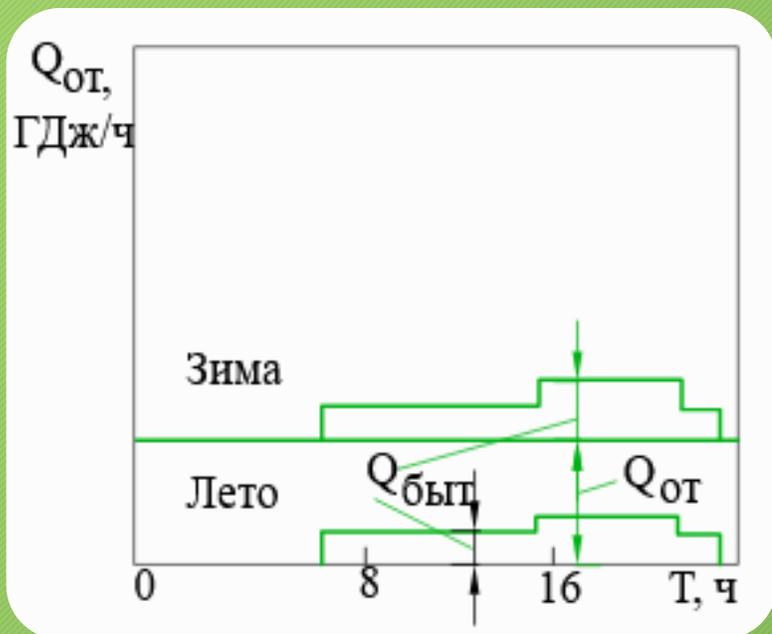
Чисто **отопительная нагрузка** отличается равномерностью в течение суток и большой неравномерностью в течение года: она достигает максимума в периоды низких температур, а в теплое время года снижается до нуля.

Бытовая тепловая нагрузка, включающая в себя тепловую нагрузку отопления и горячего водоснабжения, удовлетворяется горячей водой с температурой 60-70°С.

Продолжительность отопительного сезона в средней полосе России составляет около 5000 ч/год.

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

6



- а - суточный;
- б - годовой;
- 1 - максимальная нагрузка;
- 2 - средняя нагрузка;
- 3 - минимальная нагрузка

Графики отопительно-вентиляционной и бытовой нагрузок

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

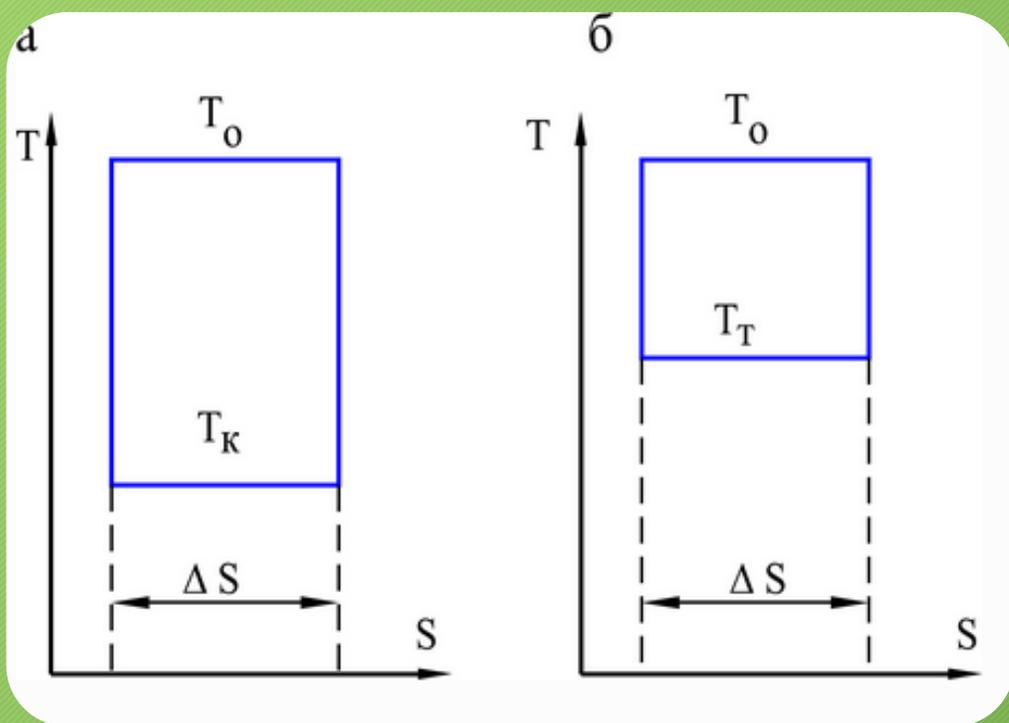
7

Раздельное производство электрической и тепловой энергии предполагает выработку электроэнергии на конденсационных тепловых электростанциях (КЭС) и тепловой энергии в котельных низкого давления непосредственно в водогрейных котлах либо путем нагрева воды теплотой редуцированного пара энергетических котлов.

При комбинированном принципе источником выработки тепловой и электрической энергии является теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), где часть общего расхода пара, предварительно выработав электроэнергию в турбоустановках ТЭЦ, служит затем для выработки тепловой энергии. **Централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки тепловой и электрической энергии называется *теплофикацией*.**

ВИДЫ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ

8



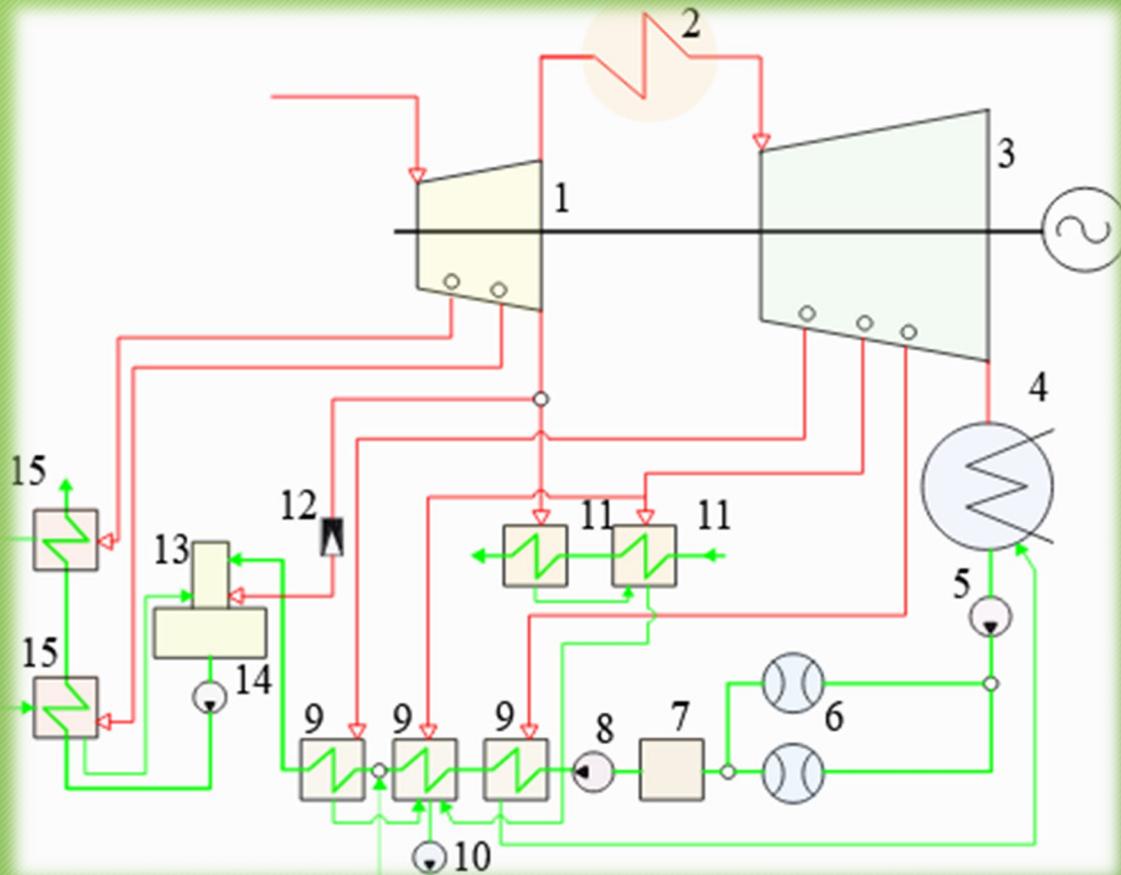
Комбинированное производство тепловой и электрической энергии **более экономично**, так как обеспечивает уменьшение общего расхода топлива на выработку электроэнергии и теплоты.

Идеальные циклы тепловых электростанций в TS-диаграмме

а — конденсационной, б — теплофикационной

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

9



Принципиальная тепловая схема паротурбинной установки

1 - цилиндр (часть) высокого давления турбины, 2 - промежуточный пароперегреватель, 3 - цилиндр (часть) низкого давления, 4 - конденсатор, 5 - конденсатный насос 1-го подъема, 6 - эжекторы с охладителями, 7 - система конденсатоочистки, 8 - конденсатный насос 2-го подъема, 9 - регенеративные подогреватели низкого давления, 10 - сливной (дренажный) насос, 11 - подогреватели сетевой воды (или воды промежуточного контура, теплофикационной установки), 12 - регулятор давления, 13 - деаэратор, 14 - питательный насос, 15 - подогреватели высокого давления

СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

10

«Главный» теплоноситель

В качестве теплоносителя для отопления применяют воду, так как вода дает возможность переноса теплоты на большие расстояния с небольшим понижением температуры, обусловленным только тепловыми потерями.

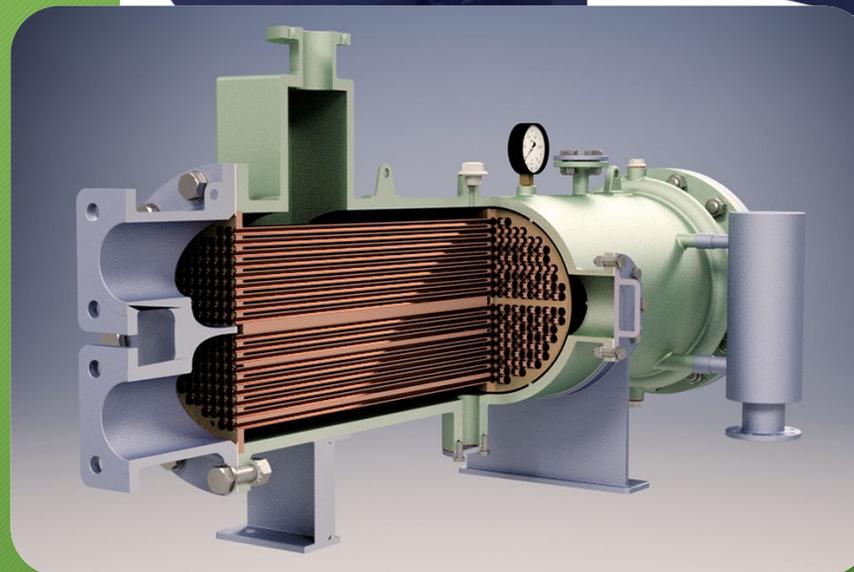
Кроме того, водяные отопительные системы имеют более низкую металлоемкость, требуют меньших капитальных затрат и эксплуатационных расходов, в них проще организовать централизованное регулирование отпуска теплоты.



СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

11

Водяные системы по способу горячего водоснабжения подразделяются на **закрытые (замкнутые)** и **открытые (разомкнутые)**. В закрытых системах сетевая вода используется **только как теплоноситель** и из сети не отбирается. В открытых системах **сетевая вода** частично или полностью разбирается абонентами для горячего водоснабжения.



СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

12

Система трубопроводов горячей и охлажденной воды образует **тепловую сеть**; **вода**, циркулирующая по теплосети, называется **сетевой водой**; насосы, поддерживающие давление в теплосети, называются **сетевыми насосами**, **пароводяные теплообменники** подогрева сетевой воды - **сетевыми подогревателями**. **Трубопроводы**, по которым нагретая сетевая вода поступает к потребителю, называются **подающими**, а вода в подающих трубопроводах - **прямой сетевой водой**. **Трубопроводы**, возвращающие охлажденную воду на ТЭЦ, называются **обратными**, а вода соответственно - **обратной сетевой водой**.



ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

13

При выборе теплообменников последовательно решаются три основных проблемы: **выбор типа аппарата** (поверхностный или смешивающий); **количество аппаратов в установке**; **выбор типоразмеров** аппаратов.

Качество сетевой воды, прокачиваемой через поверхности нагрева сетевых подогревателей, значительно ниже качества конденсата пара турбин, поэтому в сетевой воде, несмотря на предварительную обработку, могут присутствовать продукты коррозии, соли жесткости и другие примеси. Попадание сетевой воды в конденсат греющего пара недопустимо, поэтому сетевые подогреватели выполняются только поверхностного типа.

ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

14

Количество теплообменников выбирается обычно из условий обеспечения надежной и экономичной работы турбоустановки или установки подогрева сетевой воды, а также из условий проектного отпуска теплоты потребителю. Сетевые подогреватели являются составной частью теплофикационной паротурбинной установки.

Теплопроизводительность подогревателей выбирается по тепловому потреблению, параметрам пара в теплофикационных отборах и расчетным параметрам воды в теплосети.



Классификация аппаратов

Различают сетевые подогреватели вертикального и горизонтального типов. В соответствии с отраслевым стандартом ОСТ 108.271.101-76 первые обозначаются буквами ПСВ и ПСГ.

Следующая за буквенным обозначением группа цифр обозначает:

первая - расчетную площадь поверхности теплообмена аппарата (м^2), **вторая** - расчетное избыточное давление в паровом (межтрубном) пространстве ($\text{кгс}/\text{см}^2$), **третья** - расчетное избыточное давление в водяном пространстве ($\text{кгс}/\text{см}^2$), **четвертая** - модификацию конструкции аппарата.

маркировка ПСГ-2300-3-8

ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

16

Горизонтальные сетевые подогреватели

входят в состав отопительных установок крупных теплофикационных турбин.

Величина поверхности теплообмена ПСГ находится в диапазоне 800...5000 м².

Применение горизонтальных сетевых подогревателей в составе современных крупных теплофикационных турбин обеспечивает более удобную компоновку и сокращение длины подводящих трубопроводов отборов пара от турбин.

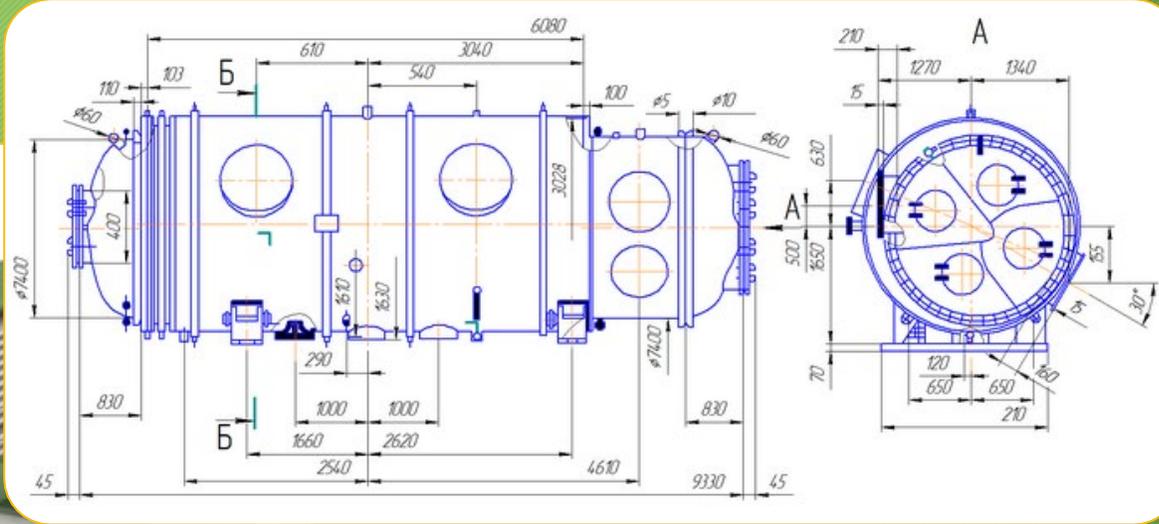
Вертикальные сетевые подогреватели

используются в составе сетевых подогревательных установок небольшой и средней теплопроизводительности, а также для покрытия пиковых нагрузок в составе систем теплофикации конденсационных электростанций (КЭС) и имеют поверхности теплообмена из ряда 90, 200, 315 и 500 м².



ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

18



Подогреватель сетевой воды
ПСГ

ПОДОГРЕВАТЕЛИ СЕТЕВОЙ ВОДЫ

19

