

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15202587>

ТЕХНОЛОГИЯ ОТПУСКА ПАРА И ТЕПЛОТЫ ОТ ТЭС

И. Мурадов
А.А. Хусенов
КГТУ

Аннотация.

Данным статье показано теплота, поступающая от ТЭЦ с горячей водой, используется в жилищно коммунальном хозяйстве. Основными ее потребителями являются системы отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий. По изменению во времени тепловые нагрузки можно разделить на сезонные и круглогодочные. Круглогодичную нагрузку составляют технологическая нагрузка и горячее водоснабжение, которые почти не зависят от температуры наружного воздуха и поэтому имеют практически постоянный годовой и резкопеременный суточный графики.

Annotatsiya.

Ushbu maqolada Issiqlik elektr stantsiyasidan issiq suv bilan ta'minlangan issiqlik uy-joy kommunal xo'jaligida ishlatiladi. Uning asosiy iste'molchilari turar-joy va jamoat binolarini isitish, shamollatish, konditsionerlik va issiq suv ta'minoti tizimlaridir. Vaqt o'tishi bilan o'zgarishlarga asoslanib, issiqlik yuklarini mavsumiy va yil davomida bo'lish mumkinligi ko'rsatilgan. Yil davomidagi yuk tashqi havo haroratidan deyarli mustaqil bo'lgan texnologik yuk va issiq suv ta'minotidan iborat bo'lib, shuning uchun deyarli doimiy yillik va keskin o'zgaruvchan kunlik jadvalga ega.

Теплота от ТЭЦ отпускается с паром и (или) с горячей водой. Теплоту, отпускаемую с паром, используют, как правило, предприятия нефтехимической, текстильной, пищевой промышленности и др. Такой пар, называемый технологическим или промышленным, может иметь давление 0,2 _ 2,0 МПа и должен быть перегрет.

Пароснабжение потребителей должно обеспечиваться с высокой надежностью, так как перерывы в подаче пара приводят к большому материальному ущербу, нарушению технологического процесса и пр.

Потребление технологического пара может изменяться от номинального расхода до максимального макс в зависимости от режима работы предприятия.

Поэтому промышленные отборы пара турбоустановок рассчитываются на номинальную нагрузку, а пиковая нагрузка обеспечивается паром от редуционно-охладительных установок (РОУ).

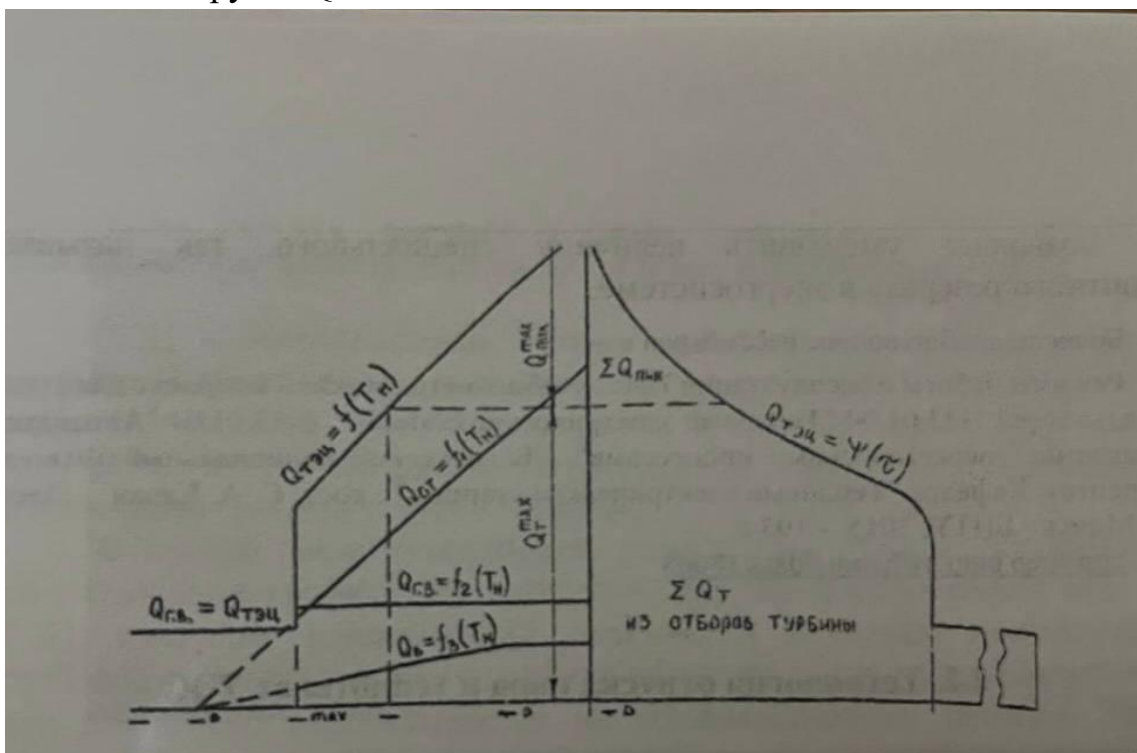
Теплота, поступающая от ТЭЦ с горячей водой, используется в жилищно коммунальном хозяйстве. Основными ее потребителями являются системы отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий.[1].

По изменению во времени тепловые нагрузки можно разделить на сезонные и круглогодочные.

Сезонную нагрузку составляют отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, которые зависят от климатических условий: температуры наружного воздуха (в первую очередь), направления и скорости ветра, влажности воздуха и солнечного излучения. Сезонная нагрузка имеет практически постоянный суточный и резкопеременный годовой графики.

Круглогодичную нагрузку составляют технологическая нагрузка и горячее водоснабжение, которые почти не зависят от температуры наружного воздуха и поэтому имеют практически постоянный годовой и резкопеременный суточный графики.

На рис. 1 показаны зависимости расходов теплоты на отопление $Q_{от}$, вентиляцию $Q_{в}$ и горячее водоснабжение $Q_{в}$, а также общего расхода $Q_{ТЭЦ}$ от температуры наружного воздуха. Как видно, преобладающей является отопительная нагрузка $Q_{от}$.



Зависимость расхода теплоты от температуры наружного воздуха: $Q_{от}$ - на отопление; $Q_{в}$ - на вентиляцию; $Q_{г.в}$ - на горячее водоснабжение; $Q_{тэц}$ - суммарный.

Максимальный расход теплоты на отопление соответствует расчетной температуре наружного воздуха для отопления $t_{н.от}$. Максимальный расход теплоты на вентиляцию соответствует расчетной температуре наружного воздуха для вентиляции $t_{рн.вен}$ и является расчетной нагрузкой на вентиляцию. [2]. Минимальный расход теплоты на отопление соответствует расчетной наружной температуре начала и конца отопительного сезона жилых и общественных зданий. Минимальный расход теплоты на вентиляцию соответствует расчетной наружной температуре начала и конца отопительного периода промышленных зданий.

График суммарного расхода теплоты (кривая $Q_{тэц}$) имеет три точки излома, соответствующие:

- моменту включения отопления,
- моменту включения вентиляции,
- изменению графика нагрузки вентиляции.

Характер графика суммарной тепловой нагрузки зависит от соотношения нагрузок отдельных групп потребителей.

Отопительную тепловую нагрузку ТЭЦ, ГДж/ч, можно выразить как

$$Q_{от} = -G_{св} (h_{пс} - h_{ос}) = G_{св} \cdot c_{св} \cdot (t_{пс} - t_{ос})$$

Где $G_{св}$ - расход сетевой воды, т/ч;

$h_{пс} - t_{пс}$ и $h_{ос} t_{ос}$ - энтальпии Ю кДж/кг, и температура, С, сетевой воды до подогрева в теплообменниках ТЭЦ и после него;

$c_{св}$ - удельная теплоемкость сетевой воды, кДж/(кг.К)

Регулирование отпуска теплоты при использовании водяных тепловых сетей возможно двух видов: качественное - изменением температуры воды в подающей магистрали и количественное - изменением расхода сетевой воды.

При качественном регулировании $G_{с.в} = const$. Если значение температуры внутри помещения $t_{пом}$ постоянно, то температуры воды в подающей и обратной магистралях изменяются практически линейно в зависимости от температуры наружного воздуха $t_{нв}$

Верхнее значение температуры воды в подающей линии при низшей расчетной температуре наружного воздуха $t_{нв}^p$, расчетной для проектирования систем отопления определяется технико-экономическими расчетами. При температуре наружного воздуха, равной температуре внутри помещения ($18_20^{\circ}C$), отопление прекращается, вода как в подающей, так и в обратной линии

теоретически имеет температуру, равную температуре наружного воздуха, т.е. также 18_20°C . Следовательно, графики изменения температуры воды в подающей и обратной магистралях при качественном регулировании являются прямыми линиями, проходящими соответственно через максимальные значения $t_{\text{пс}} = 150^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{ос}} = 70^{\circ}\text{C}$ при $t_{\text{но}}^{\text{P}}$ [3.4].

Температура воды в подающей магистрали не должна быть ниже примерно $t_{\text{пс}}^{\text{срез}} = 65_70^{\circ}\text{C}$ и сохраняется на таком уровне постоянной при всех температурах наружного воздуха $t_{\text{нв}}$, выше температуры «срезки» $t_{\text{нв}}^{\text{срез}}$

На ТЭЦ наибольшее распространение для отпуска теплоты получили теплофикационные турбины с конденсацией и отопительными отборами пара.

Также используют турбины с противодавлением, однако их применение ограничено, так как сезонная отопительная нагрузка не обеспечивает круглогодичного производства электроэнергии на тепловом потреблении.

В целях более равномерной загрузки отопительных отборов теплофикационных турбин пики отопительной нагрузки покрывают за счет работы пиковых водогрейных котлов $Q_{\text{пвк}}$.

Распределение отопительной нагрузки между отборами турбины и водогрейными котлами $Q_{\text{пвк}}$ характеризуется отношением максимального отпуска теплоты из отборов турбины $Q_{\text{т}}^{\text{макс}}$ к полному ее отпуску, т.е. коэффициентом теплофикации

$$a_{\text{ТЭЦ}} = Q_{\text{т}}^{\text{макс}} / (Q_{\text{т}}^{\text{макс}} + Q_{\text{пвк}}).$$

Оптимальное значение $a_{\text{ТЭЦ}}$ определяется на основании техникоэкономических расчетов.

Чем выше $a_{\text{ТЭЦ}}$, тем больше комбинированная выработка электрической и тепловой энергии и меньше суммарный расход топлива на эту выработку.[5].

Однако при этом увеличивается стоимость оборудования ТЭЦ, так как энергетические котлы значительно дороже водогрейных, в особенности при работе последних на газомазутном топливе.

Значение коэффициента теплофикации $a_{\text{ТЭЦ}}$ тем выше, чем дороже используемое на ТЭЦ топливо и технически совершеннее теплофикационные турбоагрегаты. Для крупных городов оптимальное значение коэффициента теплофикации $a_{\text{ТЭЦ}} = 0,55_0,65$.

Современные турбоустановки ТЭЦ имеют двухступенчатые сетевые подогревательные установки, к которым подается пар из верхнего и нижнего теплофикационных отборов турбины.

Давление пара в верхнем отборе регулируется обычно в пределах $p_{\text{ТВ}} = 0,06 \text{ - } 0,25$, в нижнем - в пределах $p_{\text{ТН}} = 0,05 \text{ - } 0,20$ МПа.

Регулирование давления в отборах осуществляется поворотной диафрагмой, установленной за камерой нижнего отбора.

Теплофикационные турбины мощностью 50, 100 и 110 МВт с регулируемыми отборами пара могут работать с полным использованием отработавшей теплоты, т.е. по режиму турбин с противодавлением.

Конденсаторы таких турбин имеют дополнительную поверхность для предварительного подогрева обратной или подпиточной воды тепловой сети - так называемый встроенный теплофикационный пучок. Возможность и целесообразность работы турбин указанного типа в таком режиме подтверждена их эксплуатацией. При этом основная поверхность охлаждения конденсаторов выключается и охлаждающая вода через нее не пропускается во избежание появления в металле конденсатора дополнительных температурных напряжений.[6].

На конденсационных электростанциях размещаются небольшие сетевые установки для покрытия тепловых нагрузок жилого поселка и самой электростанции. Тепловые нагрузки таких установок обычно не превышают 200 ГДж/ч. Пар к сетевым подогревателям подводится от нерегулируемых отборов, поэтому тепловые режимы их существенно зависят от давления в отборах, а, следовательно, от электрической мощности турбин.

Литература

1. Трухний, А.Д. Парогазовые установки электростанций: учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 648 с.
2. Зорин, В.М. Автоматические электрические станции: учебное пособие / В.М. Зорин - М.: Издательский дом МЭИ, 2012. - 672 с.
3. Стерман, Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: [учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" и теплоэнергетическим специальностям энергетических вузов и факультетов] / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. - Изд. 4-е, перераб. и доп. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2008. - 463 с.: ил.
4. Тепловые и атомные электростанции: Справочник / под общ. ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2003 - 648 с. - (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).
5. Тепловые электрические станции: учебник для вузов / В.Д. Буров, Е.В. Дорохов, Д.П. Елизаров и др.; под ред. В.М. Лавыгина, А.С. Седлова, С.В. Цанева - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 466 с.
6. Рыжкин, В.Я. Тепловые электрические станции / В.Я. Рыжкин - М.: Энергоатом издат, 1987. - 328 с.