

Раздел шестой
**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОУСТАНОВКИ ДЛЯ
 ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**
 6.3. ТЕПЛО- И ЭЛЕКТРОСНАБЖАЮЩИЕ УСТАНОВКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ
 6.3.4. Изменение графиков тепловых нагрузок в течение года и их влияние на выбор оборудования
 малых ТЭЦ

Ильин Е.Т. ЗАО «Комплексные энергетические системы»

Для предварительного анализа изменения тепловых нагрузок, температуры наружного воздуха и оценки величины выработки электроэнергии была проведена статистическая обработка изменения среднесуточной температуры наружного воздуха в течение года и изменения соответствующей ей тепловой нагрузки потребителей.

Анализ результатов статистической обработки показал, что для упрощения расчетов целесообразно весь календарный год разбить на несколько сезонов с характерными средними уровнями температур наружного воздуха. Произведенные расчеты показали, что деление всего года на шесть характерных сезонов обеспечивает достаточную точность расчетов:

I — сезон максимальной зимней нагрузки со среднесуточной температурой наружного воздуха $t_{н.в.} \leq -20$ °С, продолжительность стояния таких температур 172 ч, как правило, такие температуры наблюдаются в январе, феврале месяце, средняя температура всего периода $t_{н.в.} = -22$ °С;

II — зимний сезон со среднесуточной температурой наружного воздуха $t_{н.в.} = -15$ °С, продолжительность стояния таких температур 733 ч, как правило, такие температуры наблюдаются в январе, феврале и конце декабря, температурный диапазон равен $-20 \dots -10$ °С;

III — зимний со среднесуточной температурой наружного воздуха в течение сезона $t_{н.в.} \approx -5$ °С, продолжительность стояния таких температур 2128 ч, как правило, такие температуры наблюдаются с ноября до второй половины марта, диапазон изменения температур наружного воздуха в этом случае принимаем от 0 до -10 °С;

IV — осенне-весенний сезон со среднесуточной температурой наружного воздуха в течение сезона $t_{н.в.} = +4$ °С, продолжительность стояния таких температур 1877 ч, к этому периоду относится, как правило, вторая половина апреля и весь октябрь, диапазон изменения температур от $+8$ до 0 °С;

V — летний неотапливаемый сезон, среднесуточная температура за весь сезон $t_{н.в.} > +12$ °С. Продолжительность сезона 2 мес (май, сентябрь — 1464 ч);

VI — летний неотапливаемый сезон, среднесуточная температура за весь сезон $t_{н.в.} > +18$ °С. Продолжительность сезона — 2016 ч.

Продолжительность стояния нагрузок по сезонам представлена на рис. 6.13. Сравнение результатов расчета тепловой нагрузки, полученной в соответствии с графиком рис. 6.13 и полученной на основании статистической обработки, показали, что погрешность не превышает 2 %. В дальнейшем все расчеты проводились на основании усредненных показателей по сезонам, что в значительной степени упрощает расчеты без потери их точности.

На рис. 6.13 следует, что для всего отопительного периода независимо от уровня нагрузки горячего водоснабжения в течение суток и независимо от дня недели все электрогенерирующие агрегаты будут загружены полностью по тепловой нагрузке и поэтому могут вырабатывать максимальную мощность. При переходе к не-

отапливаемому периоду электрогенерирующее оборудование начинает работать только на нагрузке горячего водоснабжения, которая, во-первых, снижается по сравнению со среднегодовой, а во-вторых, имеет существенные колебания в течение суток и недели. Снижение уровня нагрузки горячего водоснабжения в летний период показано на рис. 6.13.

Примерный график изменения нагрузки горячего водоснабжения в течение суток летнего, неотапливаемого периода (для средневропейской климатической зоны, г. Москва), представлен на рис. 6.14. Эти результаты получены на основании статистической обработки графиков нагрузки горячего водоснабжения, приведенных в [1—3].

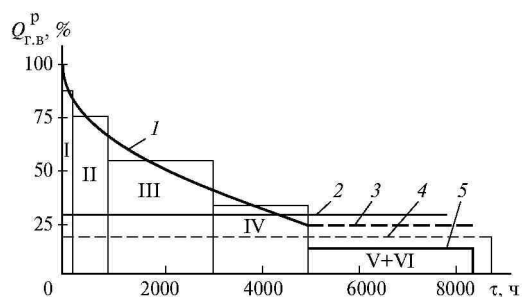


Рис. 6.13. Изменение тепловой нагрузки в течение года для г. Москвы:

1 — суммарная нагрузка отопления, вентиляции и горячего водоснабжения; 2 — суммарная расчетная тепловая нагрузка горячего водоснабжения; 3 — суммарная расчетная тепловая нагрузка горячего водоснабжения для летнего периода; 4 — суммарная среднегодовая нагрузка горячего водоснабжения; 5 — суммарная средняя нагрузка горячего водоснабжения для лета

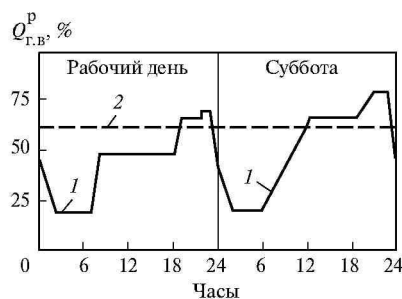


Рис. 6.14. Изменение нагрузки горячего водоснабжения в течение суток (летний период, средневропейская климатическая зона):

1 — график изменения нагрузки горячего водоснабжения; 2 — суммарная среднегодовая нагрузка горячего водоснабжения

Приведенный на рис. 6.14 график изменения нагрузки горячего водоснабжения показывает, что в ночные часы нагрузка горячего водоснабжения снижается приблизительно до 20 % суммарной расчетной нагрузки горячего водоснабжения. При этом, если в котельной будет размещена только одна паровая турбина и один паровой котел для покрытия суммарной тепловой нагрузки горячего

водоснабжения, то работу по графику тепловой нагрузки нельзя будет обеспечить из-за технических ограничений, соответствующих уровню минимальной нагрузки на котел и турбину, поэтому, при установке в котельной электрогенерирующего оборудования из условия покрытия им суммарной расчетной нагрузки горячего водоснабжения, должно быть минимум два агрегата, каждый из которых рассчитан приблизительно на покрытие половинной суммарной расчетной нагрузки горячего водоснабжения. В этом случае в летний период один из агрегатов будет нести нагрузку, а второй — находиться в резерве или плановом ремонте, что позволит обеспечить прохождение провалов нагрузки горячего водоснабжения в ночные часы. При прохождении пиковой части графика нагрузки необходимо будет ввести в действие либо резервный агрегат, либо водогрейный котел.

При установке в котельной электрогенерирующего оборудования для покрытия суммарной среднегодовой нагрузки горячего водоснабжения возможна установка и отдельных агрегатов. Так как при прохождении ночного провала нагрузки горячего водоснабжения нагрузка агрегата не снижается ниже 40...50 %, это позволяет эксплуатировать его во всем диапазоне изменения нагрузок горячего водоснабжения. При прохождении пиковой части нагрузки необходимо увеличить отпуск тепла от котельной за счет включения в работу водогрейных котлов.

Исходя из тепловой нагрузки горячего водоснабжения и тепловой мощности паровых турбин, были определены типы турбин, которые можно устанавливать в котельных различной мощности. В табл.6.13. приведены некоторые возможные варианты установки паровых и газовых турбин в котельных различной мощности.

Исходя из изменения тепловой нагрузки горячего водоснабжения, были произведены пересчеты уровня загрузки паровых турбин и газотурбинных установок при работе в режиме покрытия тепловой нагрузки в соответствии с графиком рис. 6.14.

Уровень загрузки агрегатов зависит как от нагрузки горячего водоснабжения, так и от индивидуальных характеристик электрогенерирующего оборудования, по-

этому для предварительного анализа ограничимся рассмотрением только двух агрегатов: ГТУ типа НК-37 и паротурбинной установки типа ПР-6-3,4/1,0/0,1-1.

Таблица 6.13. Некоторые возможные варианты установки паровых и газовых турбин в котельных

Установленная мощность котельной, МВт	Тепловая нагрузка горячего водоснабжения, МВт	Тип паровой турбины	Тип газовой турбины
10	1,55...2,2	ТГ-0,6/0,4-К2,8	—
20	3,1...4,4	ТГ-0,6/0,4-К2,8	—
30	4,65...6,6	2хТГ-0,6/0,4-К2,8 ТГ-0,6/0,4-К1,3	
40	6,2...8,8	ТГ-1,2/0,4Р24/1,2 2хТГ-0,6/0,4-К2,8	ГТУ-2,5П
50	7,75...11,0	ТГ-1,2/0,4Р24/1,2 3хТГ-0,6/0,4-К2,8	ГТУ-2,5П
60	9,3...13,2	Р-2,5-3,4/0,3-1 2хТГ-1,2/0,4Р24/1,2 4хТГ-0,6/0,4-К2,8	2хГТУ-2,5П ГТУ-4П Tornado
80	12,4...17,6	Р-2,5-3,4/0,3-1 Р2,5-2,1/0,3-1	ГТУ-4П Tornado Tempest
100	15,5...22,0	2хР-2,5-3,4/0,3-1 Р2,5-2,1/0,3-1 ПР-2,5-1,3/0,6/0,1	2хГТУ-4П 2хTornado
120	18,6...26,4	ПР-6-3,4/0,5/0,1-1 2хР-2,5-3,4/0,3-1	2хГТУ-4П 2хTornado
150	23,25...33,0	ПР-6-3,4/0,5/0,1-1 ПР-6-3,4/1,0/0,1-1	2хTornado 2хTempest ГТГ-16
200	31...44	ПР-12-3,4/0,6/0,1	НК-37 ГТУ-25