

• Задача №1 ¶

Рассчитать годовой отпуск теплоты от ТЭЦ отдельно для производственно-технологических и коммунально-бытовых потребителей. Данные для расчета взять по таблицам 1, 2, 3. Построить годовой график производственного технологического теплоснабжения. ¶

• Решение задачи №1 ¶

1. Производственно-технологическое потребление тепла ¶

1.1. Расчетная производственно-технологическая нагрузка ¶

$$Q_n^p = D_n^p [h_n - \beta_{ок} (h_{ок} - h_{хз}) - h_{хз}] (1 + q_n), \text{ МВт} ¶$$

¶

Численное значение энтальпии определяется по h-s диаграмме. Доля тепловых потерь в паропроводе принять в диапазоне 0,06...0,1. ¶

1.2. Энтальпия обратного конденсата ¶

$$h_{ок} = c \cdot t_{ок}, \text{ кДж/кг} ¶$$

¶

1.3. Энтальпия холодной воды зимой ¶

$$h_{хз} = c \cdot t_{хз}, \text{ кДж/кг} ¶$$

1.3 Энтальпия холодной воды зимой

$$h_{xz} = c \cdot t_{xz}, \text{ кДж/кг}$$

¶

Температуру холодной воды зимой принять равной 5 °С.

1.4 Годовой отпуск пара на производственно-технологические нужды

$$D_n^p = D_n^p \cdot h_n^{\text{ГЭЦ}}, \text{ т/год}$$

¶

1.5. Годовой отпуск теплоты на производственно-технологические нужды

$$Q_n^r = Q_n^p \cdot h_n^{\text{ГЭЦ}}, \text{ ГДж}$$

Затем строится годовой график производственно-технологического теплоснабжения:

$$Q_{ii} = \overline{Q_{ii}} \cdot \frac{Q_i^{\tilde{a}}}{\sum_{i=1}^{12} \overline{Q_{ii}}}$$

где Q_{ni} – отпуск теплоты за текущий месяц, ГДж;

$\overline{Q_{ii}}$ – отпуск теплоты за текущий месяц в относительных единицах, ГДж (по приложению 1).

2. Коммунально-бытовое потребление тепла

2.1 Расчетная нагрузка отопления

$$Q_o^p = q_o A (1 + k_1) = q_o m f (1 + k_1), \text{ МВт}$$

¶

¶

По приложению 2. Норму общей площади в жилых зданиях на 1 человека принять равно $18 \text{ м}^2/\text{чел.}$ Коэффициент, учитывающий долю теплового потока на отопление общественных зданий, принять равным $0,25$.

2.2 Расчетная нагрузка вентиляции

$$Q_v^p = k_1 k_2 q_o m f, \text{ МВт (или ГДж/ч)}$$

Коэффициент, учитывающий долю теплового потока на вентиляцию общественных зданий, принять равным $0,6$.

2.3 Расчетная нагрузка горячего водоснабжения

$$Q_r^p = q_r m, \text{ МВт (или ГДж/ч)}$$

¶

Укрупненный показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение на 1 человека взять 376 Вт/чел.

2.4 Расчетная нагрузка коммунально-бытовых потребителей

$$Q_k^p = Q_o^p + Q_v^p + Q_r^p, \text{ МВт (или ГДж/ч)}$$

3. Средние тепловые нагрузки¶

3.1. Средняя нагрузка отопления¶

$$Q_o^{cp} = Q_o^p \frac{t_z - t_o}{t_z - t_o^p}, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

¶

Среднюю температуру внутреннего воздуха отапливаемых зданий принять, равной 18 °С для жилых и общественных зданий, равной 16 °С — для производственных зданий. Расчетную температуру наружного воздуха для отопления и среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период найти по приложению 3.¶

3.2. Средняя нагрузка вентиляции¶

$$Q_z^{cp} = Q_z^p \frac{t_z - t_o}{t_z - t_z^p}, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

¶

3.3. Средняя нагрузка горячего водоснабжения за отопительный период¶

$$Q_r^{cp} = Q_r^p, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

3. Средние тепловые нагрузки¶

3.1. Средняя нагрузка отопления¶

$$Q_o^{cp} = Q_o^p \frac{t_z - t_o}{t_z - t_o^p}, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

¶

Среднюю температуру внутреннего воздуха отапливаемых зданий принять, равной $18 \text{ }^\circ\text{C}$ для жилых и общественных зданий, равной $16 \text{ }^\circ\text{C}$ — для производственных зданий. Расчетную температуру наружного воздуха для отопления и среднюю температуру наружного воздуха за отопительный период найти по приложению 3. ¶

3.2. Средняя нагрузка вентиляции¶

$$Q_z^{cp} = Q_z^p \frac{t_z - t_o}{t_z - t_z^p}, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

¶

3.3. Средняя нагрузка горячего водоснабжения за отопительный период¶

$$Q_r^{cp} = Q_r^p, \text{ МВт (или ГДж/ч)} ¶$$

3.4 → Средняя нагрузка горячего водоснабжения за неотапительный период¶

$$Q_{\text{гп}}^{\text{ср}} = Q_{\text{г}}^{\text{ср}} \frac{55 - t_{\text{хп}}}{55 - t_{\text{х}}} \beta, \text{ МВт} \quad \uparrow$$

Температуры холодной воды в отопительный и неотапительный периоды принять равными соответственно 5°C и 15°C . Коэффициент, принять равным 0,8 для жилых и общественных зданий; 1,5 – для курортных и южных городов; ... 1 – для промышленных предприятий.¶

3.5 Средняя нагрузка коммунально-бытовых потребителей за отопительный период¶

$$Q_{\text{к}}^{\text{ср}} = Q_{\text{о}}^{\text{ср}} + Q_{\text{в}}^{\text{ср}} + Q_{\text{г}}^{\text{ср}}, \text{ МВт (или ГДж/ч)}. \quad \uparrow$$

4. Годовые расходы теплоты¶

4.1. Годовой расход теплоты на отопление¶

$$Q_o^r = Q_o^{cp} h_o, \text{ГДж}¶$$

Длительность отопительного периода взять в приложении 3.¶

4.2. Годовой расход теплоты на вентиляцию¶

$$Q_v^r = Q_v^{cp} h_o \frac{z}{24}, \text{ГДж}¶$$

¶

Время работы системы вентиляции общественных зданий за сутки принять равным 16 ч.¶

4.3. Годовой расход теплоты на горячее водоснабжение¶

$$Q_r^r = Q_r^{cp} h_o + Q_{rn}^{cp} (8400 - h_o), \text{ГДж}¶$$

¶

4.4. Годовой расход теплоты на коммунально-бытовые нужды¶

$$Q_k^r = Q_o^r + Q_v^r + Q_r^r, \text{ГДж}¶$$

Таблица 1

| Величина | Исходные данные по сумме двух последних цифр шифра | | | | | | | | | |
|------------------------------|--|------------|----------|---------|-------------|--------|-----------|--------------|------------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| D^p , кг/с | 30 | 50 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 |
| $\gamma_{ст}$ | 0,16 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,08 | 0,07 |
| Климатические условия города | С.-Петербурга | Верхоянска | Костромы | Братска | Риги | Перми | Вильнюса | Архангельска | Волгограда | Иркутска |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| D^p , кг/с | 500 | 550 | 600 | 650 | 700 | 750 | 800 | 850 | 900 | |
| $\gamma_{ст}$ | 0,06 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,06 | 0,05 | 0,06 | |
| Климатические условия города | Куйбышева | Якутска | Иваново | Киева | Красноярска | Москвы | Мурманска | Керчи | Тюмени | |

Таблица 2

| Величина | Исходные данные по последней цифре шифра | | | | | | | | | |
|--------------------|--|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| m, тыс.чел | 100 | 90 | 80 | 70 | 100 | 90 | 80 | 70 | 80 | 90 |
| Топливо | Газ (мазут) | Уголь | Газ (мазут) | Уголь | Газ (мазут) | Уголь | Газ (мазут) | Уголь | Газ (мазут) | Уголь |
| $Q_{н}^p$, МДж/кг | 48,65 | 15,91 | 48,71 | 16,71 | 49,01 | 17,25 | 49,52 | 18,92 | 50,31 | 20,52 |

Таблица 3

| Величина | Исходные данные по предпоследней цифре шифра | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| $p_{\text{д}}$, МПа | - | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 0,95 | 0,85 | 0,75 |
| $t_{\text{д}}$, °C | - | 180 | 190 | 200 | 210 | 220 | 225 | 220 | 215 | 205 |
| $\beta_{\text{ок}}$ | - | 0,5 | 0,55 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 | 0,8 | 0,85 | 0,9 |
| $t_{\text{ок}}$, °C | - | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 | 95 |
| $h^{\text{гэц}}$, ч/год | - | 4300 | 4500 | 4700 | 5000 | 5200 | 5500 | 5700 | 5300 | 4400 |

ПРИЛОЖЕНИЕ

П.1. Средние технологические нагрузки (относительные)

| Месяц | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Годовое время использования максимума технологической нагрузки $h_{ТЭЦ}^n$, ч/год | 4300-4600 | 1 | 0,92 | 0,81 | 0,65 | 0,59 | 0,57 | 0,55 | 0,56 | 0,63 | 0,75 | 0,88 | 0,95 |
| | 4700-5000 | 1 | 0,95 | 0,89 | 0,76 | 0,67 | 0,61 | 0,59 | 0,61 | 0,67 | 0,78 | 0,89 | 0,96 |
| | 5000-5300 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,77 | 0,68 | 0,64 | 0,63 | 0,65 | 0,71 | 0,83 | 0,91 | 0,97 |

П. 2 Укрупненные показатели максимального теплового потока на отопление жилых зданий (5 этажей и более) q_0 , Вт/м²

| | | | | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Расчетная температура для отопления t_0 , °С * | -5 | -10 | -15 | -20 | -25 | -30 | -35 | -40 | -45 | -50 | -55 |
| Здания постройки до 1985г. | 65 | 70 | 77 | 79 | 86 | 88 | 98 | 102 | 109 | 115 | 122 |
| То же после 1985г. | 65 | 67 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 95 | 100 | 102 | 108 |

* Для промежуточных значений t_0 соответствующие значения q_0 определяются интерполяцией.

П. 3 Укрупненные показатели среднего теплового потока на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий при температуре воды 55°C $q_{гв}$, Вт/чел.

Средняя за отопительный период норма расхода горячей воды на одного человека в сутки.

| | л/сут | $q_{гв}$, Вт/чел. |
|--|-------|--------------------|
| в жилых домах с душами без ванн | 85 | 320 |
| в жилых домах с сидячими ваннами и душами | 95 | 322 |
| в жилых домах с ваннами длиной 1,5-1,7 м и душами | 105 | 376 |
| в жилых домах высотой более 12 этажей с повышенными требованиями к благоустройству | 115 | 407 |

П. 4 Климатологические данные городов

| Город | Температура наружного воздуха, °С | | | Продолжительность отопительного периода, ho, ч | Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха (и ниже), °С | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | расчетная для отопления t^p_o | расчетная для вентиляции t^p_a | средняя за отопительный период t_b | | -50 | -45 | -40 | -35 | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 8 |
| Верхоянск | -59 | -51 | -25,2 | 6528 | 756 | 1389 | 2017 | 2512 | 2958 | 3345 | 3674 | 4015 | 4392 | 4799 | 5313 | 5975 | 6528 |
| Якутск | -55 | -45 | -21,2 | 6096 | - | 587 | 1094 | 1617 | 2190 | 2652 | 3075 | 3485 | 3879 | 4333 | 4856 | 5368 | 6096 |
| Братск | -43 | -30 | -10,3 | 5904 | - | 21 | 96 | 236 | 478 | 861 | 1343 | 2021 | 2752 | 3439 | 4214 | 5143 | 5904 |
| Красноярск | -40 | -22 | -7,2 | 5640 | - | - | 17 | 83 | 212 | 475 | 839 | 1378 | 2149 | 3054 | 3986 | 5028 | 5640 |
| Иркутск | -37 | -25 | -8,9 | 5784 | - | - | 7 | 57 | 171 | 454 | 856 | 1712 | 2569 | 3273 | 3997 | 4988 | 5784 |
| Тюмень | -37 | -21 | -7,5 | 5280 | - | - | 5 | 24 | 114 | 284 | 653 | 1233 | 2065 | 2975 | 3835 | 4743 | 5280 |
| Пермь | -35 | -20 | -6,4 | 5424 | - | - | - | 18 | 86 | 227 | 520 | 1091 | 1904 | 2885 | 3844 | 4855 | 5244 |
| Архангельск | -31 | -19 | -4,7 | 6024 | - | - | - | 27 | 80 | 211 | 439 | 869 | 1570 | 2672 | 3939 | 5371 | 6024 |
| Кострома | -31 | -16 | -4,5 | 5376 | - | - | - | 3 | 22 | 79 | 244 | 618 | 1268 | 2235 | 3459 | 4682 | 5376 |
| Куйбышев | -30 | -18 | -6,1 | 4944 | - | - | - | - | 11 | 113 | 398 | 883 | 1475 | 2330 | 3343 | 4326 | 4944 |
| Иваново | -29 | -16 | -4,4 | 5208 | - | - | - | - | 36 | 94 | 262 | 612 | 1256 | 2011 | 3188 | 4460 | 5208 |
| Мурманск | -27 | -18 | -3,3 | 6744 | - | - | - | - | 6 | 38 | 134 | 448 | 1106 | 2253 | 3962 | 5785 | 6744 |
| Москва | -26 | -15 | -3,6 | 4920 | - | - | - | - | 15 | 46 | 167 | 404 | 874 | 1674 | 2927 | 4260 | 4920 |
| С.-Петербург | -26 | -11 | -2,2 | 5256 | - | - | - | - | - | 21 | 83 | 274 | 711 | 1539 | 2889 | 4575 | 5256 |

Окончание П. 4 Климатологические данные городов

| Город | Температура наружного воздуха, °С | | | Продолжительность отопительного периода, ho, ч | Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха (и ниже), °С | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|--|
| | расчетная для отопления | расчетная для вентиляции | средняя за отопительный период | | -50 | -45 | -40 | -35 | -30 | -25 | -20 | -15 | -10 | -5 | 0 | 5 | 8 | |
| Волгоград | -25 | -13 | -3,4 | 4368 | - | - | - | - | - | 13 | 129 | 432 | 954 | 1692 | 2873 | 3921 | 4368 | |
| Вильнюс | -23 | -9 | -0,9 | 4656 | - | - | - | - | - | 3 | 22 | 126 | 399 | 1031 | 2273 | 3847 | 4656 | |
| Киев | -22 | -10 | -1,1 | 4488 | - | - | - | - | - | 5 | 36 | 166 | 502 | 1129 | 2354 | 3834 | 4488 | |
| Рига | -20 | -8 | -0,4 | 4920 | - | - | - | - | - | - | 14 | 91 | 351 | 904 | 2106 | 3922 | 4920 | |
| Керчь | -15 | -4 | -2,2 | 3672 | - | - | - | - | - | - | - | 12 | 89 | 373 | 1239 | 2639 | 3672 | |

П.5 Отпуск теплоты отТЭЦ

| № п/п | Потребители | Нагрузка | | |
|----------|-------------------------------------|-----------|-------|--------------|
| | | расчетная | | годовая, ГДж |
| | | МВт | ГДж/ч | |
| 1. | Технологические (пар) | | | |
| 2. | Коммунально-бытовые | | | |
| | Отопление | | | |
| | Вентиляция | | | |
| | Горячее водоснабжение | | | |
| 3. | Сантехнические потребители | | | |
| 4. | Потребители теплоты по сетевой воде | | | |