

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ВОДОГРЕЙНОГО КОТЛА ПТВМ-180
ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

ТХ 34-70-015-85

Минск
СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА ПО "СОИЗЭНЕРГО" 1986

| | | |
|-----------------|---|--------------|
| Т а б л и ц а I | ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Пиковый режим Условия характеристики и основные показатели котла | Тип ПТВМ-180 |
|-----------------|---|--------------|

Топливо: природный газ.
 Характеристика топлива на рабочую массу:
 $q_H = 33,3 \text{ МДж/м}^3 \text{ (7950 ккал/м}^3\text{)}.$

| Показатель | Нагрузка котла, Ткал/ч (%) | | | | |
|---|----------------------------|--------|---------|---------|----------|
| | 54(30) | 72(40) | 108(60) | 144(80) | 180(100) |
| 1. Температура холодного воздуха на входе в дутьевой вентилятор $t_{х.в}^{\circ\text{C}}$ | 5 | | | | |
| 2. Расход воды через котел $G_k, \text{ т/ч}$ | 3860 | | | | |
| 3. Температура воды на входе $t_{вх}^{\circ\text{C}}$ | 104 | | | | |
| 4. Температура воды на выходе $t_{вых}^{\circ\text{C}}$ | 118 | 123 | 132 | 141 | 150 |
| 5. Коэффициент избытка воздуха за котлом $\alpha_{ку}$ | 1,15 | 1,11 | 1,09 | | |
| 6. Присосы воздуха в котел $\Delta\alpha_k, \%$ | 30,0 | 22,7 | 15,0 | 11,3 | 9,0 |
| 7. Температура уходящих газов $t_{ух}^{\circ\text{C}}$ | 116 | 123 | 142 | 162 | 182 |
| 8. Потери тепла с уходящими газами $q_2, \%$ | 5,20 | 5,36 | 6,12 | 7,01 | 7,90 |
| 9. Потери тепла с химической неполнотой сгорания $q_3, \%$ | 0 | | | | |
| 10. Потери тепла с механической неполнотой сгорания $q_4, \%$ | 0 | | | | |
| 11. Потери тепла в окружающую среду $q_5, \%$ | 0,05 | | | | |
| 12. Коэффициент полезного действия котла brutto $\eta_{кбр}, \%$ | 94,75 | 94,59 | 93,83 | 92,94 | 92,05 |

3485

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
 Пиковый режим
 Поправки и вспомогательные зависимости

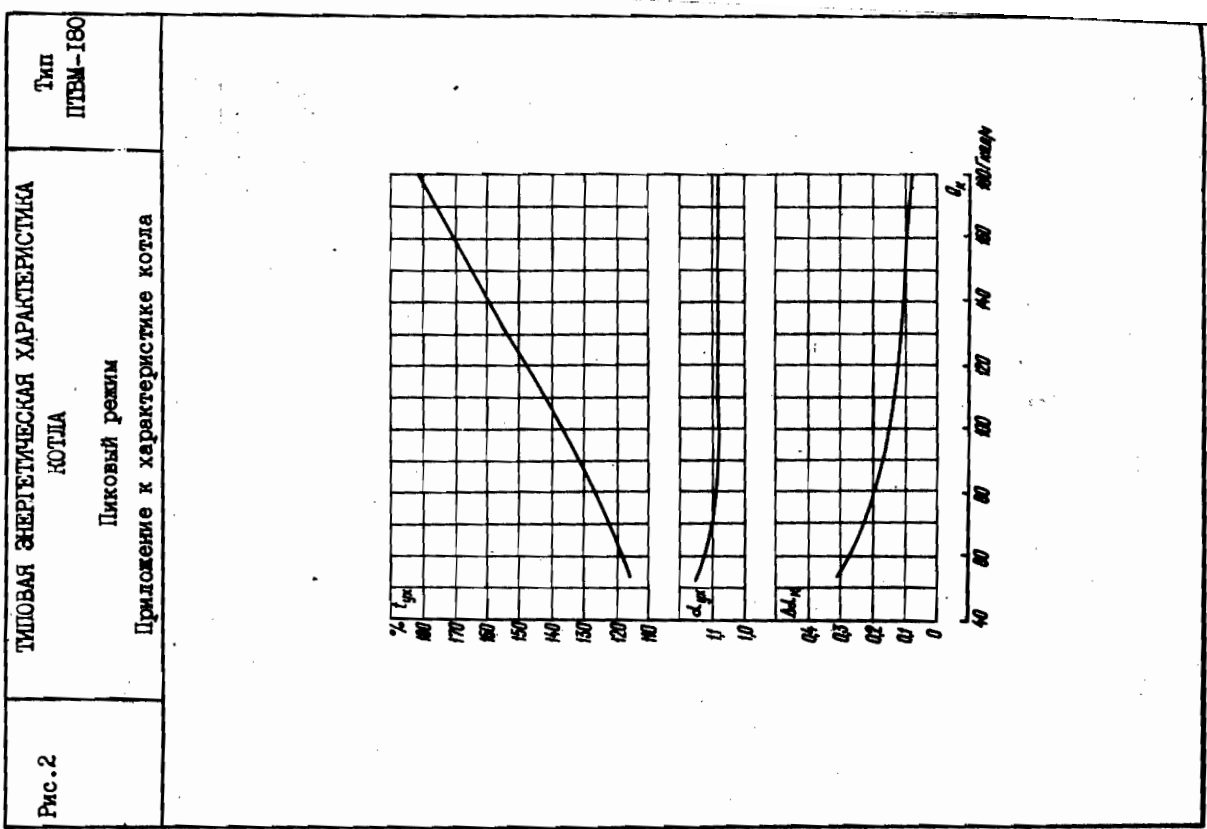
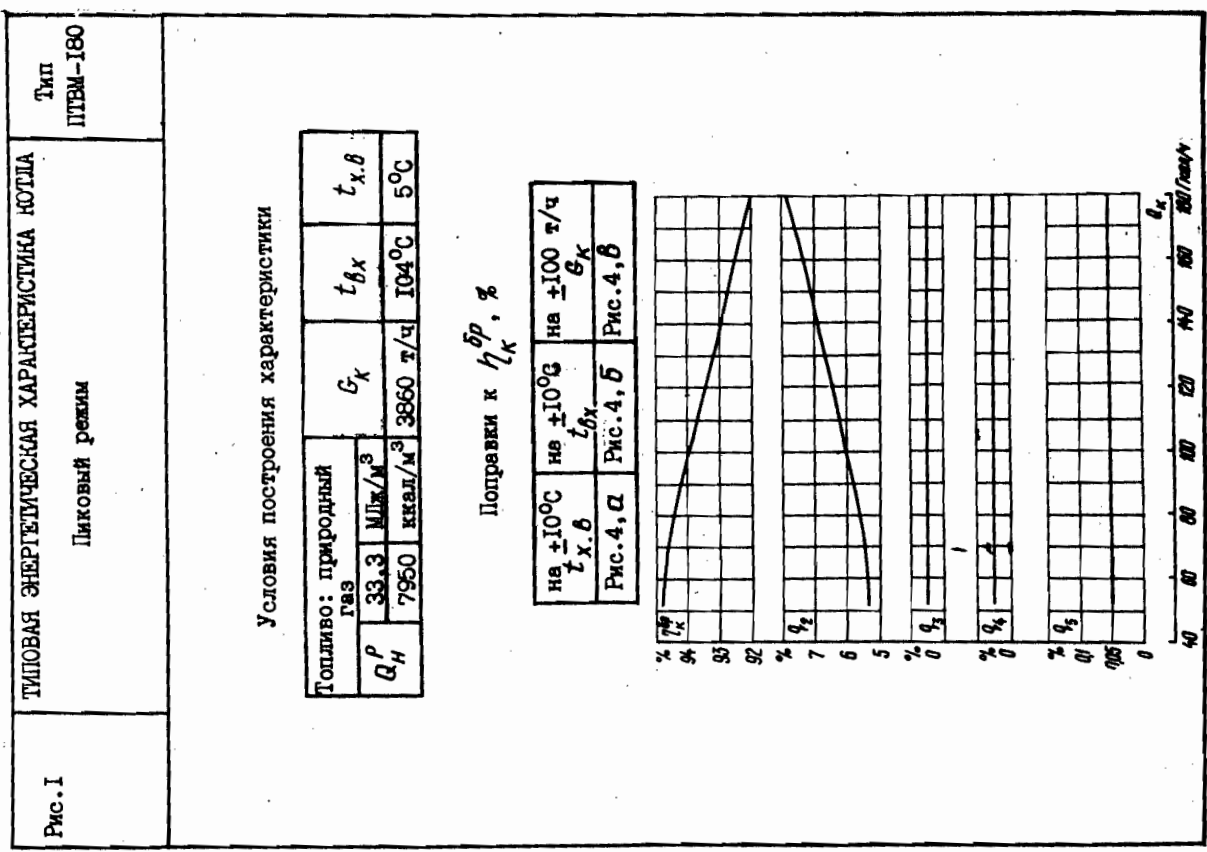
Тип ПТВМ-180

| Показатель | Нагрузка котла, Гкал/ч (%) | | | |
|---|----------------------------|------------|---------|------------|
| | 54(30) | 72(40) | 108(60) | 144(80) |
| I. Поправки к $\eta_{к}^{бр}$ (%) на отклонение: | | | | |
| I.1. температуры холодного воздуха на $\pm 10^{\circ}\text{C}$ | $\pm 0,40$ | $\pm 0,39$ | | $\pm 0,38$ |
| I.2. температуры воды на входе на $\pm 10^{\circ}\text{C}$ | $\pm 0,42$ | $\pm 0,41$ | | $\pm 0,40$ |
| I.3. расхода воды через котел на ± 100 т/ч | $+0,01$ | $+0,02$ | $+0,03$ | $+0,04$ |
| I.4. расхода воды через котел на -100 т/ч | $-0,01$ | $-0,02$ | $-0,03$ | $-0,04$ |
| 2. Поправки к температуре уходящих газов на отклонение ($^{\circ}\text{C}$): | | | | |
| 2.1. температуры воды на входе на $\pm 10^{\circ}\text{C}$ | | | $+9$ | |
| 2.2. расхода воды через котел на ± 100 т/ч | $-0,3$ | $-0,5$ | $-0,6$ | $-0,8$ |
| 2.3. расхода воды через котел на -100 т/ч | $+0,3$ | $+0,4$ | $+0,6$ | $+0,9$ |
| 2.4. коэффициента избытка воздуха на $+0,1$ | $2,1$ | $2,7$ | $3,8$ | $4,9$ |
| 3. Вспомогательные зависимости: | | | | |
| 3.1. при работе котла с дымососом: | | | | |
| 3.1.1. мощность, потребляемая дымососом, $N_{д}$, кВт | 184 | 188 | 202 | 222 |
| 3.1.2. мощность, потребляемая дутьевыми вентиляторами, $N_{др}$, кВт | 78 | 86 | 114 | 147 |
| 3.1.3. удельный расход электроэнергии на тягу и дутье $\varepsilon_{дл}$, кВт/Гкал | 4,85 | 3,81 | 2,93 | 2,56 |
| 3.2. при работе котла без дымососа: | | | | |
| 3.2.1. мощность, потребляемая дутьевыми вентиляторами, $N_{д.в}$, кВт | 78 | 86 | 114 | 147 |
| 3.2.2. удельный расход электроэнергии на дутье $\varepsilon_{д}$, кВт/Гкал | 1,44 | 1,19 | 1,06 | 1,02 |

180(100)

| Т а б л и ц а 3 | | ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА Тиковый режим | | | | Тип ПТЭМ-180 |
|---|---|--|-------|------------------|-------|--------------|
| Сравнение данных типовой характеристики с данными теплового расчета | | Типовая характеристика | | Заводской расчет | | |
| Показатель | | Типовая характеристика | | Заводской расчет | | |
| 1. | Теплопроизводительность котла Q_k , Гкал/ч | 180 | 72 | 180 | 72 | |
| 2. | Температура холодного воздуха $t_{х.в.}$, °С | 5 | 5 | -26 | -8 | |
| 3. | Расход воды через котел G_k , т/ч | 3860 | 3860 | 3860 | 3860 | |
| 4. | Температура воды на входе $t_{вк.}$, °С | 104 | 104 | 104 | 104 | |
| 5. | Температура воды на выходе $t_{вык.}$, °С | 150 | 123 | 150 | 123 | |
| 6. | Коэффициент избытка воздуха за котлом $\alpha_{кух}$ | 1,09 | 1,11 | 1,15 | 1,15 | |
| 7. | Температура уходящих газов $t_{ух.}$, °С | 182 | 123 | 185 | 120 | |
| 8. | Потери тепла с уходящими газами q_2 , % | 7,90 | 5,36 | 10,45 | 6,35 | |
| 9. | Потери тепла с химической неполнотой сгорания q_3 , % | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | |
| 10. | Потери тепла с механической неполнотой сгорания q_4 , % | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 11. | Потери тепла в окружающую среду q_5 , % | 0,05 | 0,05 | 0,25 | 0,45 | |
| 12. | Коэффициент полезного действия $\eta_{кр}^{бр}$, % | 92,05 | 94,59 | 88,80 | 92,70 | |
| 13. | Коэффициент полезного действия $\eta_{кр}^{бр}$, % | 90,91 | 94,1 | - | - | |

Без учета изменения коэффициентов избытка воздуха.



Р 18.2

Рис. 2

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
 Ликовный режим
 Приложение к характеристике котла

Тип
 ПТВМ-180

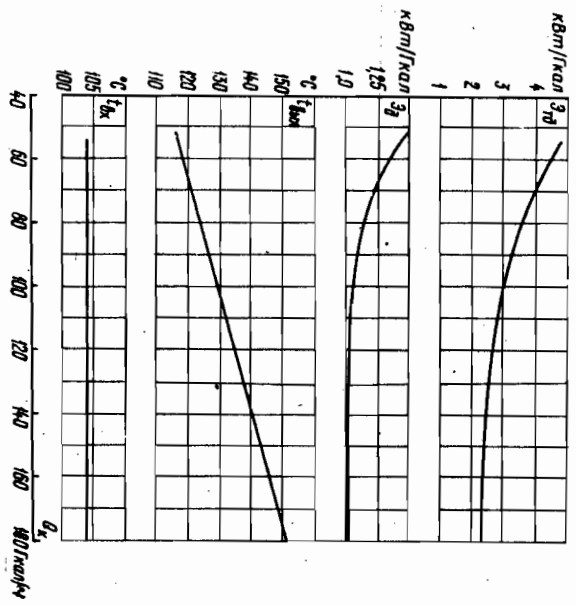


Рис. 3

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА
 Ликовный режим
 Мощность приводов механизмов котельной ус-
 тановки

Тип
 ПТВМ-180

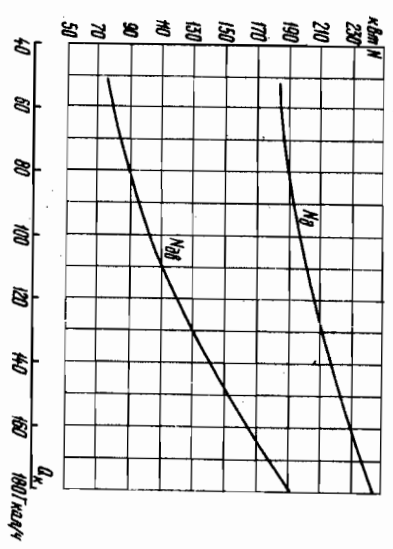


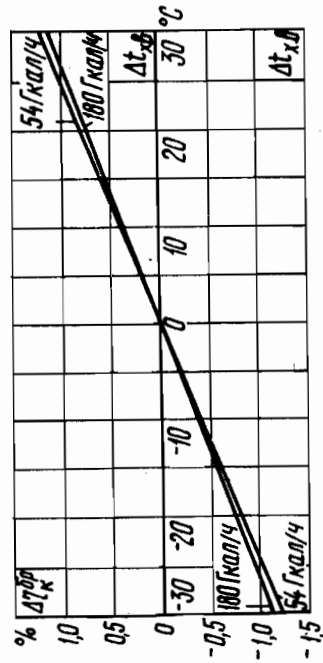
Рис. 4

ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА

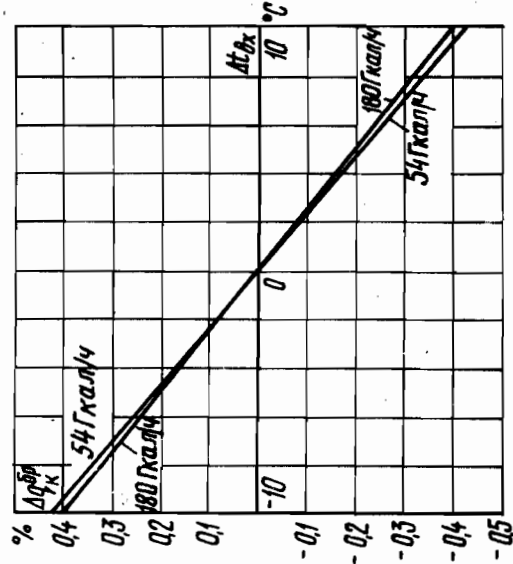
Поправка к ЛЦД брутто

Тип
ЛТВМ-180

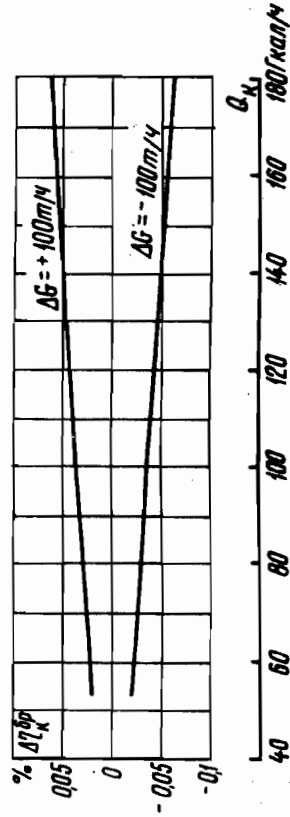
а) на отклонение температуры холодного воздуха от $t_{х,б} = 5^{\circ}\text{C}$



б) на отклонение температуры воды на входе от $t_{вх} = 104^{\circ}\text{C}$



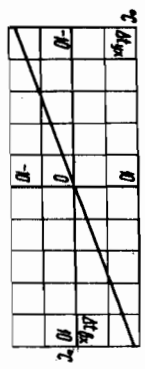
в) на отклонение расхода воды через котел от $G_{к} = 3860$



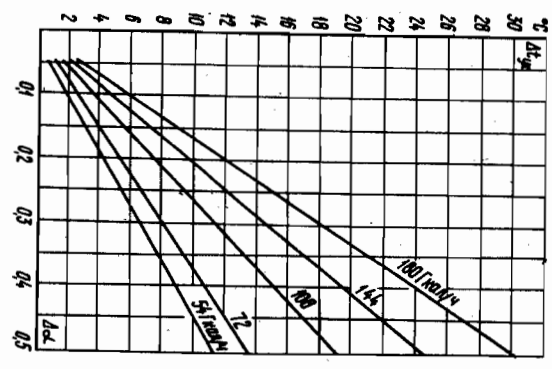
СНЭ

Рис.5 **ТИПОЛ АН ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА**
 Поправка к температуре уходящих газов
 Тип ПТВМ-180

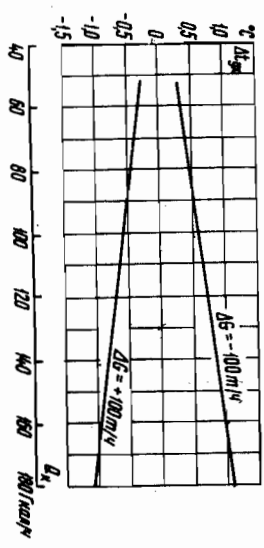
а) на отклонение температуры
 воды на входе
 от $t_{вх} = 104^{\circ}\text{C}$



б) на отклонение избытка воздуха
 от принятого в расчете



б) на отклонение расхода воды через котел
 от $G_K = 3860 \text{ т/ч}$



1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБОРУДОВАНИЯ
КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

1.1. Газомазутный водогрейный котел ПТМ-180 теплопроизводительностью 180 Гкал/ч предназначен для покрытия теплофикационной нагрузки.

Основные расчетные параметры приведены в табл.3.

Котел водотрубный, прямоточный, башенного типа с принудительной циркуляцией. Циркуляция воды через котел осуществляется сетевыми насосами. Стены топочной камеры полностью экранированы трубами диаметром 60x3,5 мм. Размер топочной камеры в плане равен 6230x11526 мм, высота призматической части составляет 6000 мм.

Два двухсветных экрана из труб диаметром 83x3,5 мм разделяет топочный объем на три сообщающиеся камеры, имеющие размеры по ширине 4000 мм (крайние) и 8000 мм (средняя).

1.2. Объем топочной камеры равен 461 м³, лучевоспринимающая поверхность экранов составляет 479 м². Конвективные поверхности нагрева расположены в верхней части топочной камеры. Конвективная часть состоит из двух пакетов, разделенных по ходу газов ремонтным проемом. Каждый пакет выполнен из 176 секций. Секция изготовлена из U-образных змеевиков с диаметром труб 28x3 мм, сваренных своими концами в стояки из труб диаметром 83x4 мм. Змеевики расположены в шахматном порядке.

1.3. Топка котла ПТМ-180 оборудована 20 комбинированными газомазутными горелками, расположенными в два яруса по 10 на фронтальной и задней стенах. Конструкция горелки предусматривает периферийный подвод газа, закрутка воздуха осуществляется осевыми регистрами. Производительность горелки по газу равна 0,35 м³/с (1265 м³/ч). Каждая горелка оборудована индивидуальными дутьевыми вентиляторами. Регулирование производительности котла осуществляется включением и отключением горелок при постоянном расходе сетевой воды, пределы регулирования производительности 30-100% номинальной. Котел рассчитан для работы в пиковом режиме по двухходовой схеме.

Ниже приведена характеристика основного и вспомогательного оборудования.

| 1. Котел ПТМ-180: | |
|---|------------------|
| площадь поверхности нагрева, м ² : | |
| конвективная | 5500 |
| радиационная | 479 |
| объем топочной камеры, м ³ | 461 |
| номинальная теплопроизводительность, Гкал/ч | 180 |
| температура воды на входе, °С | 104 |
| температура воды на выходе, °С | 150 |
| нормальный расход воды при двухходовой схеме, т/ч | 3860 |
| минимальный расход воды при двухходовой схеме, т/ч | 3000 |
| гидравлическое сопротивление при двухходовой схеме кПа (кгс/см ²) | 90-100 (0,9-1,0) |
| 2. Комбинированная газомазутная горелка: | |
| количество, шт. | 20 |
| производительность по газу, м ³ /с (м ³ /ч) | 0,35 (1265) |
| 3. Дутьевой вентилятор Ц4-36: | |
| количество, шт. | 20 |
| производительность, м ³ /с (м ³ /ч) | 3,9 (14000) |
| давление, кПа (кгс/м ²) | 1,37 (137) |
| мощность электродвигателя, кВт | 13 |
| частота вращения, об/мин | 1000 |
| 4. Дымосос ДН-24x2-0,62 ГМ двухстороннего всасывания: | |
| количество, шт. | 1 |
| производительность, м ³ /с (м ³ /ч) | 82,2 (296000) |
| полное давление, кПа (кгс/м ²) | 2,55 (255) |
| мощность электродвигателя, кВт | 320 |
| частота вращения, об/мин | 600 |

СНЭ

2. ТИПОВАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОТЛА ШТМ-180

2.1. При составлении характеристики использовались материалы испытаний, проведенных в разное время предприятиями Уралтепэнерго, Длтехэнерго, МТП Союзтепэнерго, а также фактические показатели работы котлов ШТМ-180 в 1983-1984 гг.

Характеристика соответствует руководящим документам и методическим указаниям по нормированию технико-экономических показателей котлов и отражает технически достижимую экономичность котла при наименее благоприятных условиях, принятых за исходные.

2.2. Исходные условия составления характеристики:
2.2.1. Котел работает в пиковом режиме по дутьевой схеме без предварительного подогрева воздуха.
2.2.2. Котел работает на принудительной тяге (с дымососом) и на естественной тяге.

2.2.3. Топливо - природный газ. Низшая теплота сгорания $q_p^H = 33,3 \text{ МДж/м}^3$ (7950 ккал/м^3).
2.2.4. Температура холодного воздуха ($t_{х.в.}$) на входе в дутьевые вентиляторы 5°C .

2.2.5. Температура сетевой воды ($t_{вх.}$) на входе в котел 104°C .
2.2.6. Общая площадь конвективных поверхностей нагрева равна проектной. Отглушенные эмеевики отсутствуют.

2.2.7. Состояние внутренних поверхностей нагрева котла эксплуатационно чистое.
2.2.8. Коэффициент избытка воздуха в реактивном сечении (за конвективной частью) $\alpha_{ух}$ на основании результатов испытаний принят равным 1,09 при номинальной нагрузке и постоянным в диапазоне нагрузок 50-100% номинальной; при нагрузке 40 и 30% номинальной - соответственно равным 1,11 и 1,15.

2.2.9. Суммарные присосы воздуха в топочную камеру и конвективные поверхности нагрева для номинальной нагрузки по результатам испытаний приняты равными 9%. С изменением нагрузки значения присосов в (%) в котел определяются по формуле

$$\Delta \alpha_{ух} = \Delta \alpha_{ух \text{ ном}} \frac{Q_{\text{ном}}}{Q_{\text{факт}}}$$

2.2.10. Потери тепла от химической неполноты сгорания топлива (q_3) приняты равными нулю на основании испытаний.

2.2.11. Потери тепла от механической неполноты сгорания топлива (q_4) приняты равными нулю.

2.2.12. Потери тепла в окружающую среду (q_5) приняты равными 0,05% для диапазона нагрузок 30-100% номинальной по данным результатов измерений тепловых потоков с обмуровки и изоляции водогрейных котлов ШТМ-180, проведенных МТП Союзтепэнерго и Уралтепэнерго.

2.3. Расчет типовой энергетической характеристики выполнен в соответствии с указаниями "Теплового расчета котельных агрегатов (нормативный метод)" (М.: Энергия, 1973).

2.4. Коэффициент полезного действия котла ($\eta_{кр}^{\text{бр}}$ %) и потери тепла с уходящими газами (q_2) подсчитаны в соответствии с методикой, изложенной в книге Я.Л. Пеккера "Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива" (М.: Энергия, 1977):

$$\eta_{кр}^{\text{бр}} = 100 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5$$

$$q_2 = (3,53 \alpha_{ух} + 0,6) (t_{ух} - \frac{\alpha_{ух}}{\alpha_{ух} + 0,18} \cdot t_{х.в.}) [1 + 0,013 (\frac{t_{ух} - 150}{100})] \cdot 10^{-2}$$

$\alpha_{ух}$ - коэффициент избытка воздуха за конвективной частью;
 $t_{ух}$ - температура уходящих газов за конвективной частью;

$t_{х.в.}$ - температура холодного воздуха на стороне всасывания дутьевых вентиляторов.

2.5. Удельный расход электроэнергии на собственные нужды котельной установки рассчитан по мощности, потребляемой дутьевыми вентиляторами и дымососом.

2.6. Типовая энергетическая характеристика и приложения к ней приведены на рис. 1-3.

3. ПОПРАВКИ К НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

3.1. Для приведения основных нормативных показателей работы котла к измененным условиям его эксплуатации даны поправки в виде графиков (рис.4,5) и цифровых значений (табл.2).

Поправки рассчитаны в соответствии с методикой, изложенной в "Положении о согласовании нормативных характеристик оборудования и расчетных удельных расходов топлива" (М.: СЦТИ ОГРЭС, 1975).

Типовая характеристика построена при условии, что $t_{х.в} = 5^{\circ}\text{C}$, $t_{вх} = 104^{\circ}\text{C}$, расход воды через котел расчетный. Влияние изменения этих параметров на показатели работы котла учитывается тремя отдельными поправками:

- отклонение температуры холодного воздуха - поправкой к q_2 и $\eta_{кр}$ (расчетная поправка);
 - отклонение температуры воды на входе в котел - поправкой к $t_{ух}$, q_2 и $\eta_{кр}$ (экспериментальная поправка);
 - отклонение расхода воды - поправкой к $t_{ух}$, q_2 и $\eta_{кр}$ (экспериментальная поправка).
- Отклонение избытка воздуха учитывается поправкой к $t_{ух}$ (экспериментальная поправка).

3.2. Поправка (%) на отклонение температуры холодного воздуха рассчитана по формуле

$$\Delta q_2 = -(3,53 \alpha_{ух} + 0,6) \frac{\alpha_{ух}}{\alpha_{ух} + 0,18} \cdot (1 + 0,013 \frac{t_{ух} - 150}{100}) (t_{х.в} - 5) \cdot 10^{-2};$$

$$\Delta \eta_{кр} = -\Delta q_2.$$

3.3. Пользование системой поправок поясняется следующим примером.

Пример.

Котел работает при нагрузке 144 Гкал/ч и следующих измененных условиях эксплуатации:

Температура холодного воздуха -20°C ;

Расход воды через котел 3760 т/ч;

Температура сетевой воды на входе в котел 94°C ;

Коэффициент избытка воздуха за котлом . . . 1,19.

Из значений параметров, указанных выше, вычитают значение тех же параметров, приведенных в Типовой характеристике, и под-

считывают их разность. Знак разности указывает направление изменения значения каждого параметра. Поправки находят по графикам (рис.4,5).

Результаты расчета поправок для данного примера приведены в таблице.

| Показатель | Значение показателя | | Разность значений | Поправка | |
|---|---------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
| | фактическое | из типовой характеристики | | $\Delta t_{ух}$ °C | Δq_2 % |
| Теплопроизводительность котла q_k , Гкал/ч | 144 | 144 | - | - | - |
| Температура холодного воздуха $t_{х.в}$, °C | -20 | 5 | -25 | +0,95 | -0,95 |
| Расход воды через котел G_k , т/ч | 3760 | 3660 | -100 | +0,04 | -0,04 |
| Температура сетевой воды на входе в котел $t_{вх}$, °C | 94 | 104 | -10 | -0,40 | +0,40 |
| Суммарное значение | | | | -8,1 | +0,59 |

Нормативное значение $t_{ух}$, q_2 , $\eta_{кр}$ для измененных условий эксплуатации составит:

$$t_{ух}^H = t_{ух}^X \pm \Delta t_{ух};$$

$$q_2^H = q_2^X \pm \Delta q_2;$$

$$\eta_{кр}^H = \eta_{кр}^X \pm \Delta \eta_{кр};$$

где $t_{ух}^X$, q_2^X , $\eta_{кр}^X$ - значения показателей при условии Типовой энергетической характеристики.

Нормативное значение $t_{ух}$, q_2 , $\eta_{кр}$ для измененных условий эксплуатации составит:

$$t_{ух}^H = 162 - 8,1 = 153,9^{\circ}\text{C};$$

РЛД

$$q_2^H = 7,01 + 0,59 = 7,60\%$$

$$h_{к}^{бр(н)} = 92,94 - 0,59 = 92,35\%$$

Отклонение коэффициента избытка воздуха в режимном сечении от оптимального значения обусловит отклонение от нормативного значения температуры уходящих газов, потери тепла с уходящими газами, КПД, брутто когда и вызовет перерасход топлива, эквивалентный значению отклонения q_2 :

$$\Delta B = \frac{\Delta q_2}{h_{к}^{бр(н)}} \cdot 10^2 \%$$

$$\Delta \alpha_{ух} = +0,1\%$$

$$\Delta t_{ух} = +4,9^\circ\text{C};$$

$$\Delta q_2 = +0,8\%$$

$$\Delta h_{к}^{бр} = -0,8\%$$

$$\Delta B = +0,87\%$$