

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

—
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
—

Ю.М. Липов, С.А. Семин

РАСЧЕТ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ ПАРОВОГО КОТЛА

Методическое пособие
к расчетному заданию
по курсу «Котельные установки и парогенераторы»
для студентов, обучающихся по направлению
«Теплоэнергетика и теплотехника»

УДК

Утверждено учебным управлением МЭИ

Подготовлено на кафедре котельных установок и экологии энергетики

Рецензент: докт. техн. наук, профессор В.Б. Тупов

Липов Ю.М.

Расчет топочной камеры парового котла: методическое пособие к расчетному заданию / Ю.М. Липов, С.А. Семин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2012. — 16 с.

В методическом пособии содержатся рекомендации по определению расхода топлива на котел и объемных расходов воздуха и дымовых газов, методика определения тепловых потерь парового котла. Изложены методика теплового расчета топки на основе обобщенных характеристик и рекомендации по расчету конструктивных размеров топочной камеры, выбору и размещению горелочных устройств. Приведены все необходимые для выполнения расчетов исходные данные для различных видов топлива.

Пособие предназначено для подготовки бакалавров техники и технологии по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника».

Введение

Выполнение расчетного задания предусматривает получение навыка эскизного (общегабаритного) конструирования топочной камеры парового котла для заданной тепловой мощности (паропроизводительности) котла и характеристики сжигаемого топлива.

Объем расчетного задания включает:

1. Выбор расчетных характеристик топлива и температур газо-воздушного тракта на основе индивидуальных исходных данных.
2. Расчет необходимых показателей парового котла для нахождения расхода топлива на котел и расходов воздуха и дымовых газов.
3. Определение тепловых характеристик топочной камеры котла.
4. Расчет конструктивных размеров топки, выбор числа и расположения горелочных устройств.
5. Составление эскиза топочной камеры в масштабе 1:100 (масштаб 1:200 допустим для котлов с паропроизводительностью $D_n \geq 950$ т/ч) при помощи компьютерной техники или на миллиметровой бумаге (по указанию преподавателя).

Расчеты выполняются на основе метода приведенных тепловых характеристик топлив и обобщенных конструктивных размеров котла и топочной камеры [1].

Для выполнения конкретных расчетов методическое пособие к расчетному заданию снабжено табличными данными для пяти видов топлива и необходимыми расчетными коэффициентами для определения размеров топочной камеры.

1. Исходные данные и выбор расчетных характеристик

Расчетное задание содержит следующие индивидуальные исходные данные:

- паропроизводительность котла, D_n , кг/с;
- полезная тепловая мощность котла, воспринятая рабочей средой (вода, пар) в котле, Q_I , МДж/с;
- тип сжигаемого в котле топлива (условные обозначения различных типов топлива и их основные характеристики приведены в табл. 1);
- доля рециркуляции газов в топку для мазута и природного газа r .
- температура топлива t_m , °С (для мазута).

На основе заданного типа топлива производится выбор оптимальных для топлива коэффициентов избытка воздуха в газовом потоке (α_m , α_{yx}), коэффициента расхода горячего воздуха в горелки топки – $\beta_{z.g}$ и температур газо-воздушного тракта ($t_{x.g}$, $t_{z.g}$, v_m , v_{yx}), которые приведены в табл.2.

Сжигание влажных бурых углей и мазута сопровождается использованием дополнительных источников теплоты, $Q_{дон}^p$, поэтому располагаемая теплота на 1 кг сжигаемого топлива Q_p^p будет больше, чем низшая теплота сжигания Q_n^p , что учитывается коэффициентом располагаемой теплоты K_q

$$K_q = 1 + \frac{Q_{дон}^p}{Q_n^p}.$$

Следовательно, располагаемая теплота на 1 кг сжигаемого топлива Q_p^p

$$Q_p^p = K_q Q_n^p.$$

2. Расход топлива на котел и объемные расходы воздуха и дымовых газов

При расчете КПД котла некоторые тепловые потери при сжигании топлива (с химическим недожогом q_3 , с механическим недожогом q_4 , потери теплоты со шлаком q_6) принимаются как среднестатистические для принятых к расчету топлив и указаны в табл.3. Остальные потери теплоты требуют расчета.

Потери с теплотой массы дымовых газов на выходе из котла, q_2 , % определяют на основании Нормативного метода теплового расчета парового котла по формуле:

$$q_2 = \frac{(H_{yx} - H_{x.6})(100 - q_4)}{Q_p^p},$$

где энтальпия уходящих из котла продуктов сгорания (дымовых газов) H_{yx} , кДж/кг или кДж/м³, зависит от избытка воздуха в них α_{yx} и температуры уходящих газов t_{yx} , °C:

$$H_{yx} = (V_z^\circ + (\alpha_{yx} - 1)V_6^\circ)C_z \vartheta_{yx},$$

а энтальпия поступающего в котел холодного воздуха через воздухоподогреватель и с присосами извне $H_{x.6}$, кДж/кг или кДж/м³

$$H_{x.6} = \alpha_{yx} V_6^\circ C_6 t_{x.6}.$$

Теоретические объемы газов V_z° и воздуха V_6° при сжигания 1 кг твердого или жидкого топлива и 1 м³ природного газа, соответственно нм³/кг или нм³/м³, определяются по формулам:

$$V_6^\circ = a_6 Q_n^p + 0,007 W^p;$$

$$V_z^\circ = b_z Q_n^p + 0,02 W^p.$$

Обобщенные по группам топлив значения удельных приведенных объемов воздуха – a_6 , м³/МДж, и газов – b_z , м³/МДж, указаны в табл.3.

Теплоемкости воздуха C_v , кДж/(м³·К), и газов C_z , кДж/(м³·К), определяются по формулам

$$C_v = 1,32 + \frac{0,122(t_v - 100)}{1000};$$

$$C_z = 1,38 + \frac{K_z(v_z - 100)}{1000}.$$

В качестве температуры воздуха t_v , °С, принимается величина температуры холодного воздуха $t_{x.6}$ или горячего воздуха $t_{z.6}$ в последующем расчете, а за значение температуры газов v_z , °С, может быть принята либо температура уходящих газов v_{yx} , либо температура газов рециркуляции v_{pc} при расчета теплоты газов рециркуляции. Значения поправочного коэффициента K_z приведены в табл.3

Потери теплоты на внешнее охлаждение, q_5 , %, при номинальной паропроизводительности котла $D_n < 250$ кг/с

$$q_5 = \frac{\left(\frac{60}{D_n}\right)^{0,5}}{\lg D_n},$$

а при паропроизводительности $D_n \geq 250$ кг/с принимают $q_5 = 0,2$ %.

В результате сумма потерь тепла при работе котла, %, составит

$$\sum q_{nom} = q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6,$$

а расчетный КПД котла (в долях)

$$\eta_k = 1 - 0,01 \sum q_{nom}.$$

В результате полная тепловая мощность котла, МДж/с, будет иметь значение

$$Q_k = \frac{Q_1}{\eta_k}$$

и расход натурального топлива на котел, кг/с (для природного газа – м³/с)

$$B_k = \frac{Q_k}{Q_p^p}.$$

Часовой расход натурального топлива, т/ч, для выбора топливоподающего оборудования (для природного газа – тыс. м³/ч):

$$B_h = 3,6 B_k.$$

Полный расход воздуха на сжигание топлива в котле ΣV_v , м³/с, подаваемый дутьевыми вентиляторами при температуре холодного воздуха $t_{x.6}$, °С

$$\Sigma V_6 = \frac{(\beta_{z.6} + \Delta\beta)V_6^\circ B_\kappa (t_{x.6} + 273)}{273}.$$

Здесь $\Delta\beta$ учитывает долю перетока воздуха в газовый поток в воздухоподогревателе; принимается по данным табл.3.

Полный расход продуктов сгорания на выходе из котла ΣV_z , м³/с, удаляемый в дымовую трубу дымососами

$$\Sigma V_z = \frac{(V_z^\circ + (\alpha_{yx} - 1)V_6^\circ)B_\kappa (v_{yx} + 273)}{273}.$$

Соотношение $\Sigma V_z / \Sigma V_6$ характеризует объемные расходы газов и воздуха и при близких значениях развиваемых напоров в газовом и воздушном трактах – относительную степень загрузки (затрат мощности) дымососов и дутьевых вентиляторов котла.

3. Тепловые характеристики топочной камеры

Тепловыми характеристиками, необходимыми для конструктивного расчета топочной камеры, являются:

- полное тепловыделение в топочной камере (топке) Q_m , кДж/кг или кДж/м³;
- средний воспринятый тепловой поток топочными экранами q_6 , кВт/м²;
- удельное (на 1 кг или 1 м³ сжигаемого топлива) тепловосприятие топочных экранов $Q_{\text{л}}$, кДж/кг или кДж/м³;
- расчетные температуры дымовых газов в топочной камере — адиабатная v_a , °С, и на выходе газов из пределов топочной камеры v_m , °С.

Полное тепловыделение в топке складывается из теплоты сгорания 1 кг (м³) топлива, теплоты горячего воздуха, поступающего через горелки, и дополнительных источников теплоты

$$Q_m = Q_n^p \cdot 10^3 + Q_{z.6} + Q_{\text{дон}}^m.$$

Теплота поступающего горячего воздуха

$$Q_{z.6} = \beta_{z.6} V_6^\circ C_6 t_{z.6}.$$

Из дополнительных источников теплоты учитывают, как правило, теплоту подогретого мазута

$$Q_m = t_m (1,74 + 0,0025 t_m).$$

и теплоту газов рециркуляции из конвективной шахты в топку

$$Q_{pц} = r(V_z^\circ + (\alpha_{pц} - 1)V_6^\circ)C_z v_{pц}.$$

В приведенных выше формулах:

t_m – температура мазута, поступающего в горелки (задана в исходных данных для мазута), °С; r , $\alpha_{pц}$, $v_{pц}$ – доля, избыток воздуха и температура,

°С, газов рециркуляции. Доля газов рециркуляции r задана в индивидуальном задании. Газы рециркуляции отбирают обычно за поверхностью экономайзера, поэтому избыток воздуха в этих газах принимают $\alpha_{pz} = \alpha_{yx} - \Delta\beta$, а температуру газов $v_{pz} = t_{z.6} + (50-70)^\circ\text{C}$.

Излучающие характеристики топочной среды в основном определяет адиабатная температура v_a , °С, которая зависит от полного тепловыделения Q_m и объема газов в зоне горения:

$$v_a = \frac{Q_m}{(V_z^\circ + (\alpha_m - 1)V_g^\circ)(1 + r)C_z}.$$

Здесь C_z – теплоемкость газов в топочном объеме, кДж/(м³·К):

$$C_z = 1,59 + \frac{K_t(v_a - 1200)}{1000} \quad \text{– для твердых топлив;}$$

$$C_z = 1,58 + \frac{K_t(v_a - 1200)}{1000} \quad \text{– для газа и мазута.}$$

Значения поправочного коэффициента K_t приведены в табл. 4.

При расчете адиабатной температуры в зоне горения надо заранее знать теплоемкость газов при определяемой температуре. Эта задача решается методом приближений. Для ускорения расчета C_z рекомендуется предварительно оценить ожидаемую температуру газов t_z по формуле:

$$t_z = t_o (1 + 1,15Q_m \cdot 10^{-5}) \quad \text{– при сжигании твердых топлив;}$$

$$t_z = \frac{2180Q_m \cdot 10^{-5}}{0,4(\alpha_m + r)} \quad \text{– при сжигании газа и мазута.}$$

Значение $t_o = 1600^\circ\text{C}$ – для антрацита и $t_o = 1500^\circ\text{C}$ – для остальных твердых топлив.

Значение C_z в первом приближении получают по t_z и далее определяют адиабатную температуру. Если абсолютная разность $\delta = |v_a - t_z| < 50^\circ\text{C}$, определенное по формуле значение v_a считается окончательным. Если разность $\delta > 50^\circ\text{C}$, то принимают $t_z = v_a$ из первого приближения и повторяют расчет C_z и v_a .

Средний воспринятый топочными экранами тепловой поток q_6 определяется уровнем температур газов в топочном объеме, излучающими характеристиками газов и степенью внешнего загрязнения топочных экранов:

$$q_6 = A_T \theta_T'' \left(\frac{\theta_T''}{1 - \theta_T''} \right)^{0,67} \left(\frac{v_a + 273}{100} \right)^4 \cdot 10^{-3}.$$

Здесь A_T – коэффициент, учитывающий излучение газовой среды в топке и загрязнение экранов (принимается по табл.4); θ_T'' – относительное изменение температуры газов в топке:

$$\theta_T'' = \frac{\vartheta_T'' + 273}{\vartheta_a + 273}.$$

Удельное тепловосприятие экранов в топочной камере, кДж/кг (м³)

$$Q_a = (Q_T - H_T'')(1 - \frac{q_5}{100}).$$

Здесь H_T'' – энтальпия газов на выходе из топки, кДж/кг (м³)

$$H_T'' = (V_z^\circ + (\alpha_m - 1)V_g^\circ)C_z\vartheta_T''(1 + r)$$

Значение теплоемкости газов C_z находят по вышеприведенной формуле для топочного объема при $t_z = v_m''$.

В итоге определяют условную степень радиационности топочной камеры котла

$$\mu_p = \frac{Q_l}{Q_p^p}.$$

4. Конструктивные размеры топочной камеры

Расчетная поверхность стен, потолка и пода (холодной воронки) топочной камеры, м²:

$$F_m = \frac{B_\kappa Q_l}{0,97 q_g}.$$

Расчетный объем топочной камеры, м³:

$$V_m = K_\phi F_m^{1,5}.$$

Здесь K_ϕ – коэффициент, учитывающий связь формы и размеров поверхности топки с ее объемом; значения коэффициента K_ϕ зависят от паропроизводительности котла и приведены в табл.5.

Необходимое сечение топки, исключающее шлакование стен или перегрев металла труб экранов, м²

$$f_m = \frac{B_\kappa Q_n^p}{q_f^p}.$$

где q_f^p – расчетное тепловое напряжение сечения, МВт/м², принимается по табл.5 на основе максимально-допустимого напряжения q_f^M (табл.4).

Рекомендуемая ширина фронтальной стены топочной камеры, м, зависит от паропроизводительности котла и определяется по следующим формулам:

$$a_m = m D_n^{0,5} \text{ — при } D_n \leq 185 \text{ кг/с;}$$

$$a_m = m D_n^{0,1} \text{ — при } D_n > 185 \text{ кг/с.}$$

Значения коэффициента m приведены в табл.5.

Полученная по формуле ширина фронта a_m при необходимости может быть увеличена или уменьшена в пределах 10%. Глубина топочной камеры при известном сечении топки f_m определяется из выражения:

$$b_m = \frac{f_m}{a_m}.$$

Однако глубина топки по условиям свободного развития факела должна иметь определенные размеры в зависимости от паропроизводительности (табл.5). Для выполнения этого условия рекомендуется использовать изменение ширины фронта a_m . Если этого окажется недостаточным, допускается изменение теплового напряжения q_f^p (табл.5) до 10%.

В заключение необходимо проверить соотношение размеров a_m/b_m . Должны выполняться следующие условия, полученные на основе анализа конструкций котлов:

При паропроизводительности котла $D_{\Pi} \leq 320$ т/ч $\frac{a_m}{b_m} = 1,4 - 1,7$;

При паропроизводительности котла $D_{\Pi} > 320$ т/ч $\frac{a_m}{b_m} = 1,7 - 2,3$.

Для определения высоты топочной камеры по известному объему V_m эскизное изображение топки (рис.1) разделяют на 3 части: верхнюю (до аэродинамического выступа), призматическую (до начала скатов холодной воронки) и нижнюю (до половины высоты холодной воронки). В газомазутных топках и топках с жидким шлакоудалением разделение производят на 2 части (отсутствует холодная воронка).

В типовом котле высота верхней части топки составляет: на твердом топливе $h_{в.ч} = (1,1 - 1,15)b_m$, а для газа и мазута $h_{в.ч} = (1,05 - 1,1)b_m$. Глубина верхней части топки при выступающих в зону топки ширмах $b_{в.ч} = 0,75b_m$.

Тогда объем верхней части топки $V_{в.ч}$, м³

$$V_{в.ч} = h_{в.ч} b_{в.ч} a_m.$$

При угле наклона скатов холодной воронки 55-60° высота холодной воронки составит:

$$h_{х.в} = 0,76(b_m - b'_x),$$

где b'_x – ширина выходного окна холодной воронки: $b'_x = 1,0 - 1,2$ м. В топке с жидким шлакоудалением для слива шлаков устанавливают 2 лётки диаметром $d_{л} = 0,6 - 0,8$ м.

Объем верхней половины холодной воронки, м³, включаемой в расчетный объем топочной камеры:

$$V_{х.в} = 0,25(1,5b_m + 0,6)h_{х.в} a_m.$$

Объем призматической части топочной камеры

$$V_{np} = V_m - V_{6.ч} - V_{x.6}.$$

а высота призматической части топочной камеры, м:

$$h_{np} = \frac{V_{np}}{f_m}.$$

Необходимо проверить соотношение размеров $h_{np}/h_{6.ч}$. Должны выполняться следующие условия, полученные на основе анализа конструкций котлов:

При паропроизводительности котла $D_{п} \leq 320$ т/ч $\frac{h_{np}}{h_{6.ч}} = 1,5 - 2;$

При паропроизводительности котла $D_{п} > 320$ т/ч $\frac{h_{np}}{h_{6.ч}} = 1,7 - 2,5.$

Если соотношение $h_{np}/h_{6.ч}$ не попадает в указанный интервал, то необходимо изменить глубину топки b_m , не превышая при этом допустимого значения теплового напряжения q^M_f .

Тогда расчетная высота топочной камеры от середины холодной воронки до потолка топки составит:

$$h^p_m = 0,5h_{x.6} + h_{np} + h_{6.ч},$$

а ее полная высота (от нижних коллекторов до потолка топки):

$$h^n_m = h^p_m + 0,5h_{x.6}.$$

В заключение определяется среднее тепловое напряжение топочного объема, характеризующее возможность полного сжигания топлива в топочной камере q_v , кВт/м³

$$q_v = \frac{B_{\kappa} Q_n^p}{V_T}.$$

Значение q_v должно быть меньше максимально-допустимого q_v^M , указанного в табл.4.

5. Выбор и размещение горелочных устройств

Рекомендуемое число горелок на стенах топки для равномерного заполнения горящим факелом топочного объема зависит от тепловой мощности котла:

| | | | |
|------------------------------------|-----|---------|----------|
| - при мощности Q_{κ} , МВт: | 120 | 240-320 | 400-800; |
| - число горелок $n_{гор}$: | 4 | 6-8 | 8-16. |

При тепловой мощности котла $Q_{\kappa} < 320$ МВт рекомендуется однофронтальное размещение горелок в 1 или 2 яруса. При $Q_{\kappa} > 320$ МВт

желательно встречное двухфронтальное размещение. Суммарная тепловая мощность всех горелок должна превышать тепловую мощность котла:

$$\sum Q_{гор} = (1,05 - 1,3) Q_K.$$

Диаметр амбразуры типовой вихревой горелки D_a , м, принимают в зависимости от ее единичной тепловой мощности $Q_{гор}$, МВт:

| | | | | | |
|-----------------|------|------|------|------|-----|
| $Q_{гор}$, МВт | 25 | 35 | 50 | 75 | 100 |
| D_a , м | 0,85 | 0,95 | 1,15 | 1,35 | 1,5 |

При размещении вихревых горелок на стенах топки следует выдержать расстояния не менее следующих значений:

- от оси первого ряда горелок до начала скатов холодной воронки или пода топки

$$L_1 = 2,3 \cdot D_a$$

- между осями горелок по горизонтали и по вертикали

$$L_2 = 2,6 \cdot D_a$$

- от осей крайних горелок до боковых стен

$$L_3 = 0,75 \cdot L_2$$

В топках с жидким шлакоудалением (ЖШУ) и в газомазутных топках указанные размеры L_1 - L_3 могут быть уменьшены в 1,15 раза.

При выбранной ширине топочной камеры a_m и расчетных значениях L_2^p и L_3^p можно записать следующее соотношение:

$$a_m = (n'_{гор} - 1)L_2^p + 2L_3^p,$$

где $n'_{гор}$ – число горелок в одном ярусе на стене топки.

Или

$$a_m = (n'_{гор} - 1)L_2^p + 1,5L_2^p.$$

Отсюда определяется расчетное расстояние между горелками в одном ярусе L_2^p :

$$L_2^p = \frac{a_m}{n'_{гор} + 0,5}.$$

Расчетное расстояние между горелками в одном ярусе L_2^p должно быть не менее минимального значения L_2 . Далее определяется расчетное расстояние от осей крайних горелок до боковых стен L_3^p . Именно эти значения принимаются за окончательные и используются при построении эскиза топочной камеры.

В топке с ЖШУ для обеспечения высоких температур в зоне горения и на плоскости экранов производится футерование нижней части топки на высоту $L_1 + L_4$, где $L_4 = 2,5 \cdot D_a$ (рис.2).

Полученные при расчете размеры топочной камеры, число и принцип размещения горелок позволяют выполнить эскиз топочной камеры (рис.1, 2). Все размеры на эскизе необходимо указывать в миллиметрах.

Литература

1. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы (учебник для вузов). – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2005 – 592 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1. Расчетные топлива и их рабочие характеристики

| Тип топлива | Условное обознач. | Γ^p , % | W^p , % | A^p , % | $Q_{\text{н}}^p$, МДж/кг (м ³) |
|----------------|-------------------|----------------|-----------|-----------|---|
| Антрацит | А | 59,1 | 8,5 | 30,2 | 19,97 |
| Каменный уголь | К | 68,0 | 8,0 | 14,7 | 25,20 |
| Бурый уголь | Б | 40,6 | 39,0 | 7,3 | 13,0 |
| Мазут | М | 96,2 | 3,0 | 0,1 | 38,80 |
| Природный газ | Г | 97,5 | - | - | 36,26 |

Примечание: Γ^p – суммарное содержание горючих элементов в рабочей массе топлива

Таблица 2. Расчетные коэффициенты и температуры воздуха и газов

| Тип топлива | α_m | α_{yx} | $\beta_{z.6}$ | $t_{x.6}$, °C | $t_{z.6}$, °C | v_m'' , °C* | v_{yx} , °C | K_q |
|-------------|------------|---------------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|-------|
| А | 1,20 | 1,45 | 1,15 | 30 | 400 | 1180 | 130 | 1,0 |
| К | 1,20 | 1,40 | 1,12 | 30 | 340 | 1150 | 140 | 1,0 |
| Б | 1,15 | 1,40 | 1,07 | 30 | 380 | 1120 | 160 | 1,01 |
| М | 1,03 | 1,23 | 1,01 | 30 | 300 | 1220 | 160 | 1,03 |
| Г | 1,05 | 1,25 | 1,03 | 30 | 270 | 1280 | 120 | 1,0 |

* **Примечание:** указанные значения v_t'' нужно принимать для котлов с

$D_{\text{н}} \geq 116$ кг/с; в других случаях расчетное значение $v_m''^p = \left(\frac{D_{\text{н}}}{116} \right)^{0,1} v_m''$.

Таблица 3. Значения коэффициентов при расчете КПД котла и объемов воздуха и газов

| Тип топлива | q_3 , % | q_4 , % | q_6 , % | K_z | a_6 | b_r | $\Delta\beta$ | Шлакоудаление |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|---------------|---------------|
| А | 0 | 3,5 | 0,3 | 0,21 | 0,265 | 0,273 | 0,05 | Ж |
| К | 0 | 1,0 | 0,05 | 0,21 | 0,263 | 0,278 | 0,05 | Т |
| Б | 0 | 0,5 | 0,03 | 0,22 | 0,260 | 0,280 | 0,05 | Т |
| М | 0,1 | 0,1 | - | 0,184 | 0,263 | 0,281 | 0,2 | - |
| Г | 0,1 | 0 | - | 0,167 | 0,266 | 0,298 | 0,15 | - |

Примечание: Ж – жидкое шлакоудаление; Т – твердое шлакоудаление.

Таблица 4. Значения параметров при конструировании топки в зависимости от типа топлива

| Тип топлива | A_m | q_f^M , МВт/м ² | q_v^M , МВт/м ² | K_t |
|-------------|-------|------------------------------|------------------------------|-------|
| А | 0,63 | 4,4 | 145 | 0,14 |
| К | 0,64 | 3,5 | 175 | 0,14 |
| Б | 0,62 | 3,0 | 185 | 0,16 |
| М | 0,73 | 7,0 | 290 | 0,12 |
| Г | 0,70 | 7,5 | 350 | 0,13 |

Таблица 5. Значения параметров при конструировании топки в зависимости от паропроизводительности котла

| Паропроизводительность, кг/с | Параметр | Твердое топливо | Мазут и природный газ | Глубина топки, b_m , м |
|------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| $D_n > 185$ | m | 12,6 | 10,7 | 8-10 |
| | K_ϕ | 0,054 | 0,047 | |
| $D_n = 185-116$ | m | $1,1(D_n/40)^{0,17}$ | $0,92(D_n/40)^{0,17}$ | 6-9 |
| | K_ϕ | 0,056 | 0,050 | |
| $D_n = 89-33$ | m | 1,10 | 0,92 | 4,5-5,5 |
| | K_ϕ | $0,056(116/D_n)^{0,1}$ | $0,050(116/D_n)^{0,1}$ | |
| $D_n \geq 150$ | q_f^p , МВт/м ² | $0,9 q_f^M$ | $0,85 q_f^M$ | - |
| $D_n < 150$ | q_f^p , МВт/м ² | $0,9(D_n/150)^{0,1} q_f^M$ | $0,85(D_n/150)^{0,1} q_f^M$ | - |

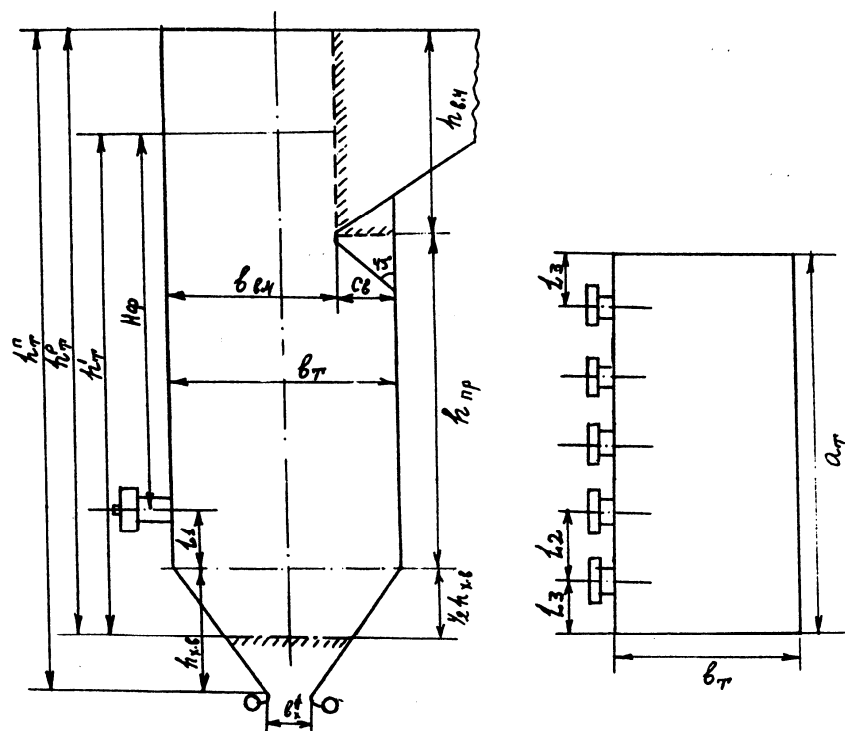


Рис.1. Эскиз топочной камеры с твердым шлакоудалением (ТШУ) – поперечный разрез и сечение топочной камеры

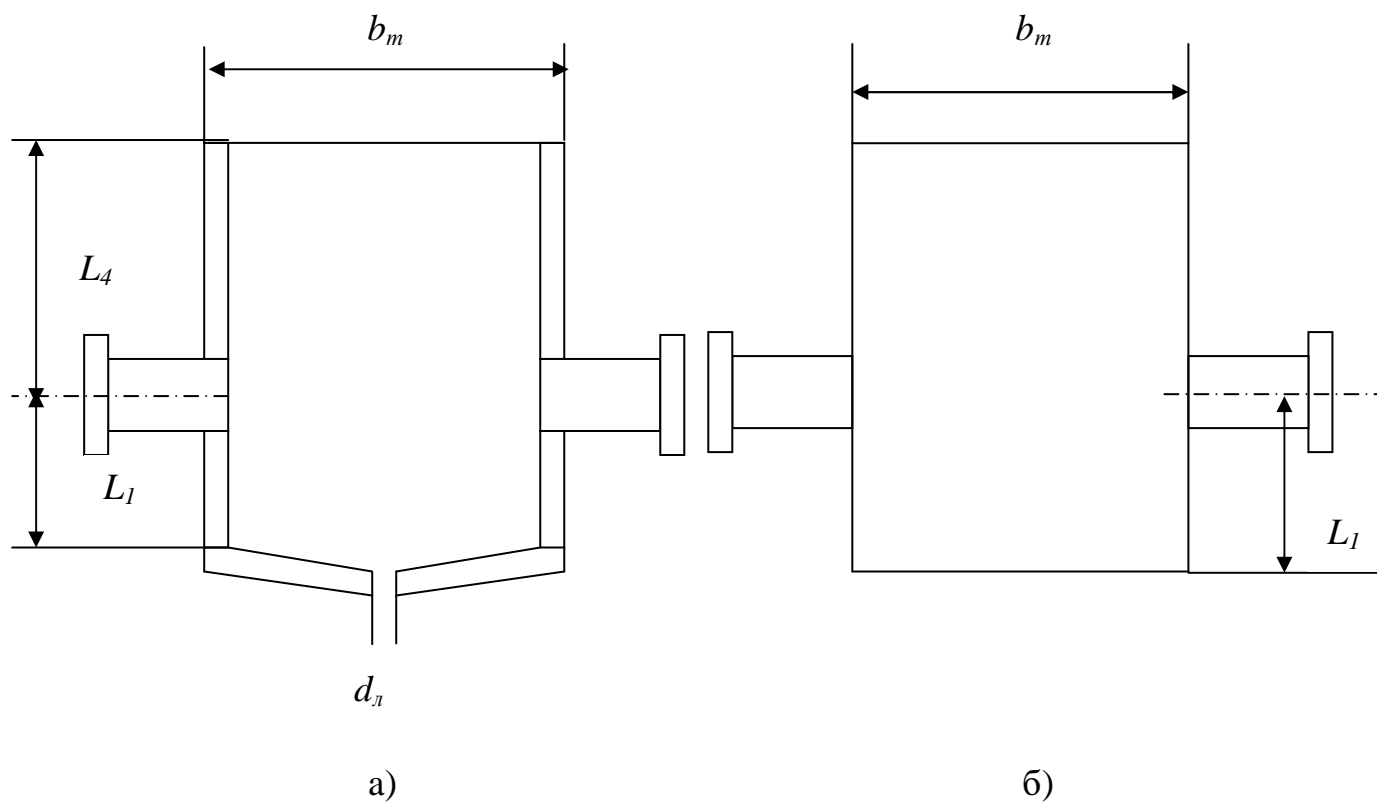


Рис.2. Нижняя часть топочной камеры: а) для твердого топлива с ЖШУ;
б) для сжигания газа и мазута

Учебное издание

Липов Юрий Михайлович, **Семин** Сергей Александрович

РАСЧЕТ ТОПОЧНОЙ КАМЕРЫ ПАРОВОГО КОТЛА

Методическое пособие

к расчетному заданию

по курсу «Котельные установки и парогенераторы»

для студентов, обучающихся по направлению

«Теплоэнергетика и теплотехника»

Редактор издательства

| | | | | |
|--|-----------------|--------------------|-------|------|
| Темплан издания МЭИ 2011 | | Подписано в печать | | |
| Печать офсетная | Формат 60x84/16 | Физ. печ. л. | Тираж | экз. |
| Изд.№ | Заказ | | | |
| Издательский дом МЭИ. 111250, Москва, Красноказарменная ул., д. 14 | | | | |
| Отпечатано в | | | | |