

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор-директор ЭНИН

_____ Ю.С. Боровиков

« ____ » _____ 2011 г.

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ТОПКИ

ЧАСТЬ II

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Технологические процессы и производства ТЭС и АЭС», «Котельные установки и парогенераторы» для студентов III–IV курсов, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Составители **Т.С. Тайлашева, Н.В. Визгавлюст, К.В. Буваков**

Издательство
Томского политехнического университета
2011

УДК 621.18.016(076.5)

ББК 31.361я73

Т34

Т34 **Тепловой расчет топки:** методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Технологические процессы и производства ТЭС и АЭС», «Котельные установки и парогенераторы» для студентов III–IV курсов, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». Часть II / сост. Т.С. Тайлашева, Н.В. Визгавлюст, К.В. Буваков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 16 с.

УДК 621.18.016(076.5)
ББК 31.361я73

Методические указания рассмотрены и рекомендованы
к изданию методическим семинаром кафедры
парогенераторостроения и парогенераторных установок ЭНИН
«_____» _____ 2011 г.

Зав. кафедрой ПГС и ПГУ

доктор техн. наук,

профессор

_____ А.С. Заворин

Председатель

учебно-методической комиссии

_____ А.В. Глазачев

Рецензент

Кандидат технических наук
заведующий кафедрой АТЭС ЭНИН ТПУ

Л.А. Беляев

© Составление. ГОУ ВПО НИ ТПУ, 2011

© Тайлашева Т.С., Визгавлюст Н.В.,
Буваков К.В., составление, 2011

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2011

1 Цель, задачи и порядок расчета топки

1.1 Поверочный расчет топки существующего котла проводится с целью последующей оценки её работы в непроектных условиях, а также для получения данных, которые в качестве исходных используются при расчете элементов котла, расположенных за топкой.

1.2 Задачей поверочного расчета топки является определение расчетных параметров работы топки в непроектных условиях при неизменной её конструкции: температуры газов на выходе из топки; лучистого тепла, воспринимаемого поверхностями нагрева топки; теплового напряжения топочного объема, теплового сечения топки в зоне наибольшего тепловыделения, а также теплового напряжения стен топочной камеры.

1.3 Поверочный расчет топки проводится в следующем порядке:

- определяются конструктивные характеристики топки (п. 2.);
- рассчитываются (или принимаются по [1]) тепловые характеристики топки (п. 3.). Следует отметить, что при определении некоторых из них, в частности, средней суммарной теплоемкости продуктов сгорания и критерия поглощательной способности, необходимо уже знать температуру газов на выходе из топки, поэтому этой температурой следует задаться;
- рассчитывается температура газов на выходе из топки [1, ф. б-35] или [1, ном. 4], получаемое значение сравнивается с предварительно принятым. Если температура газов на выходе из топки, полученная расчетом или по номограмме, не будет отличаться от принятой ранее больше, чем на $\pm 100^\circ\text{C}$, то расчет на этом заканчивается и для последующих расчетов принимается значение температура газов на выходе из топки, определенная расчетом, либо по номограмме. В противном случае необходимо задаться другим значением температуры газов на выходе из топки, и повторить расчет;
- определяется количество лучистого тепла, воспринимаемое поверхностями нагрева топки; тепловое напряжение сечения топки в зоне наибольшего тепловыделения и тепловое напряжение стен топочной камеры.

1.4 Конструктивные характеристики топки

Конструктивными характеристиками топки являются: поверхность стен топочной камеры $F_{\text{ст}}$, сечение топки $f_{\text{т}}$, ее объем $V_{\text{т}}$, эффективная толщина излучающего слоя s . Для более простого определения необходимо составить эскиз топки в границах активного объема (по осям экранных труб) (рис. 1). На эскизе следует указать геометрические разме-

ры топки, высоту расположения горелок h_r , общую высоту топки H_T , диаметр d и шаг экранных труб $S_{\text{экр}}$, а также расстояние осей экранных труб от ограждающих стен e . Все перечисленные величины берутся по чертежам заданного котла.

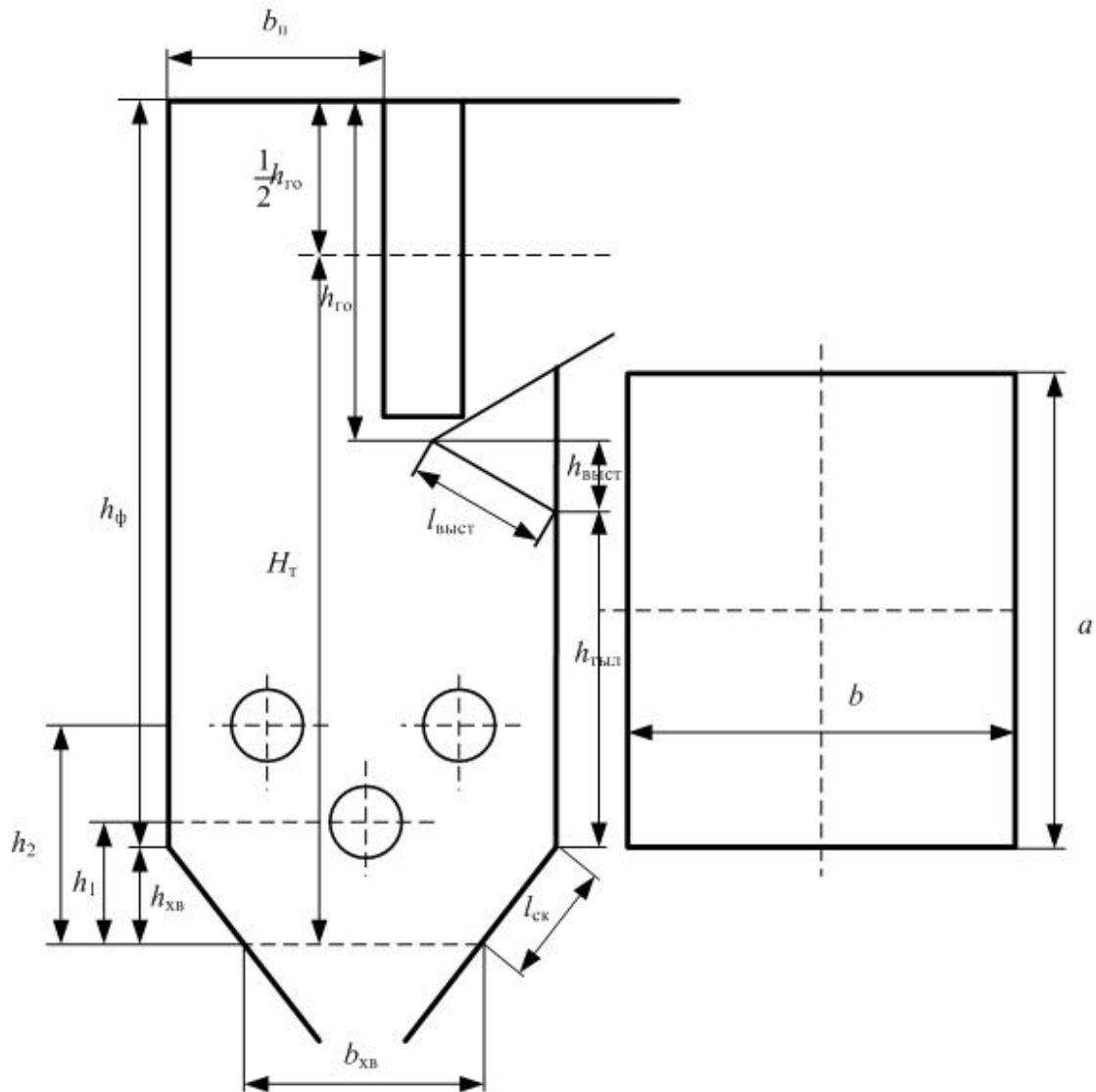


Рис. 1. Эскиз топочной камеры:

a – глубина топки, b – ширина топки, $b_{\text{п}}$ – ширина потолка, H_T – высота топки, $b_{\text{хв}}$ – ширина холодной воронки, $l_{\text{ск}}$ – длина ската, $h_{\text{хв}}$ – высота холодной воронки, h_1, h_2 – уровень расположения осей горелок в ярусе, $h_{\text{тыл}}$ – высота тыльного экрана, $h_{\text{ф}}$ – высота фронтального экрана, $l_{\text{выст}}$ – длина аэродинамического выступа, $h_{\text{выст}}$ – высота аэродинамического выступа, $h_{\text{го}}$ – высота газового окна

Общая поверхность стен топочной камеры определяется по геометрическим размерам топки как суммам поверхностей фронтальной стены, задней стены, потолка, холодной воронки, двух поверхностей боковых стен и площади выходного газового окна.

2 Конструктивные характеристики топки

2.1 Площадь фронтальной стены $F_{\phi} = (l_{\text{ск}} + h_{\phi}) \cdot a$, м².

2.2 Площадь тыльной (задней) стены

$$F_{\text{тыл}} = (l_{\text{ск}} + h_{\text{тыл}} + l_{\text{выст}}) \cdot a$$
, м².

2.3 Площадь потолка $F_{\text{п}} = b_{\text{п}} \cdot a$, м².

2.4 Площадь холодной воронки $F_{\text{хв}} = b_{\text{хв}} \cdot a$, м².

2.5 Площадь выходного газового окна $F_{\text{го}} = h_{\text{го}} \cdot a$, м².

2.6 Площадь боковой стены

$$F_{\text{б}} = \frac{b + b_{\text{хв}}}{2} h_{\text{хв}} + h_{\text{тыл}} b + \frac{b + b_{\text{п}}}{2} h_{\text{выст}} + b_{\text{го}} h_{\text{го}}$$
, м².

2.7 Общая поверхность стен топочной камеры

$$F_{\text{ст}} = F_{\phi} + F_{\text{тыл}} + F_{\text{п}} + F_{\text{хв}} + F_{\text{го}} + 2 \cdot F_{\text{б}}$$
, м².

2.8 Объем топочной камеры $V_{\text{т}} = F_{\text{б}} \cdot a$, м³.

2.9 Эффективная толщина излучающего слоя объема топки

$$s = 3,6 \frac{V_{\text{т}}}{F_{\text{ст}}}$$
, м.

3 Тепловые характеристики топки

К тепловым характеристикам топки относят: коэффициент тепловой эффективности экранов ψ , среднюю суммарную теплоемкость продуктов сгорания $(Vc)_{\text{ср}}$, параметр M , учитывающий влияние на интенсивность теплообмена уровня расположения горелок, критерий поглощательной способности (критерий Бугера) Bu .

3.1 Коэффициент тепловой эффективности экранов

$$\psi = \chi \cdot \zeta$$
,

где χ – угловой коэффициент экранов, [1, ном. 1]; ζ – коэффициент, учитывающий тепловое сопротивление загрязнения или закрытие изоляцией [1].

Если стены топки закрыты экранами с разными значениями коэффициента тепловой эффективности ψ или экраны покрывают часть поверхности стен, среднее значение коэффициента тепловой эффективности

$$\psi_{\text{ср}} = \frac{\sum \psi_i F_{\text{ст}_i}}{F_{\text{ст}}} = \frac{\psi_{\text{экр}} F_{\text{экр}} + \psi_{\text{п}} F_{\text{п}} + \psi_{\text{го}} F_{\text{го}} + \psi_{\text{зп}} F_{\text{зп}}}{F_{\text{ст}}}$$
,

где ψ_i – коэффициент тепловой эффективности отдельной поверхности топки площадью $F_{\text{ст}_i}$; $F_{\text{ст}}$ – полная (суммарная) поверхность стен топки, м².

3.1.1 Коэффициент тепловой эффективности отдельной поверхности топки

- для экранных стен топочной камеры $\psi_{\text{экр}}$;
- для потолка $\psi_{\text{п}}$;
- выходного газового окна $\psi_{\text{го}}$;
- для «зажигательного» пояса $\psi_{\text{зп}}$ при его наличии.

3.1.2 Угловой коэффициент χ

3.1.2.1 Угловой коэффициент гладкотрубных экранов определяется в зависимости от их конструкции [1, ном. 1]

- однорядный настенный экран – номограмма 1а, кривые 1–4;
- экран двустороннего облучения – номограмма 1а, кривая 5;
- двухрядный настенный экран – номограмма 1б;
- для ошипованных и плавниковых экранов, а также для экранов, закрытых чугунными плитами $\chi = 1$.

3.1.2.2 Угловой коэффициент для экрана из чередующихся труб разных диаметров

- весь экран χ – номограмма 1в, кривая 1;
- трубы малого диаметра χ – номограмма 1в, кривая 2.

Угловой коэффициент плоскости, проходящей через оси первого ряда труб котельного пучка (фестона, ширм), расположенного в выходном окне топки, равен 1. Для неэкранированных участков топки, занятых горелками, люками, обдувочными аппаратами, коэффициент тепловой эффективности принимается равным нулю.

3.1.3 Коэффициент ζ , учитывающий тепловое сопротивление загрязнения или закрытие изоляцией (табл. 1)

3.1.3.1 Коэффициент $\zeta_{\text{вых}}$ для выходного окна топки, отделяющего топку от расположенной за ним поверхности нагрева

$$\zeta_{\text{вых}} = \zeta \cdot \beta,$$

где ζ – коэффициент; принимается по [1, табл.6-3] (табл.1), таким же, как для настенных экранов; β – коэффициент, учитывающий взаимный теплообмен между топкой и поверхностью нагрева. При размещении за окном топки ширм коэффициент $\beta = 0,6$; при сжигании твердых топлив $\beta = 0,8$; при сжигании мазута и газа $\beta = 0,8$. При размещении за окном фестона $\beta = 0,9$, котельного пучка – $\beta = 1,0$.

3.1.4 Параметр M

Параметр M , учитывающий влияние на интенсивность теплообмена относительного уровня расположения горелок, степени забалластиро-

ванности топочных газов и других факторов, определяется по нормам [1. п. 6-18]. Для камерных топок параметр M рассчитывается по [1, ф. 6-26а].

Таблица 1

Коэффициент ζ , учитывающий снижение тепловосприятия экрана при его загрязнении или закрытии его поверхности изоляцией, принимается в зависимости от вида сжигаемого топлива

Тип экрана	Топливо	$\zeta = \frac{\psi}{\chi}$
Настенные гладкотрубные и мембранные цельно-сварные экраны в камерных топках	Газообразное	0,65
	Мазут	0,55
	Пыль твердых топлив:	
	антрацитовый штыб, тощий уголь	0,45
	каменные ¹ и бурые угли средней шлакующей способности (например, кузнецкий ГСШ)	0,45
	каменные и бурые угли высокой шлакующей способности (например, назаровский, березовский Канско-Ачинского месторождения)	0,35–0,40 ²
	фрезерный торф	0,45
	сланцы	0,25
Ошипованные экраны, покрытые огнеупорной массой	Все топлива	0,2

¹ – при сжигании экибастузского угля с тонким размолом ($R_{90} \leq 15\%$) в котлах с $q_F \leq 3$ МВт/м² – $\zeta = 0,40$;

² – меньшее значение – для березовского угля.

3.1.4.1 Параметр M_0

Параметр M_0 принимается:

- Для пылеугольных топок с твердым шлакоудалением: при тангенциальном и встречном расположении горелок – $M_0 = 0,46$, при однофронтальном расположении горелок – $M_0 = 0,42$,
- Для пылеугольных топок с жидким шлакоудалением $M_0 = 0,44$.
- Для слоевых топок – $M_0 = 0,46$.
- Для газомазутных топок при настенном расположении горелок – $M_0 = 0,40$.
- Для газомазутных топок при подовом расположении горелок ($x_T = 1$) – $M_0 = 0,36$.

При сжигании твердого топлива совместно с мазутом или газом коэффициент M_0 принимается по его значению для твердого топлива.

3.1.4.2 Величина x_T – величина, характеризующая относительный уровень расположения горелок в топке

$$x_T = \frac{h_T}{H_T},$$

где H_T – расчетная высота топки, определяется как расстояние от середины холодной воронки (пода топки при ШЖУ) до середины выходного окна топочной камеры или до ширм с шагом $S_1 \leq 700$ мм в случае заполнения ими верхней части топки более, чем на 50 %; h_T – средний уровень расположения настенных и угловых, м.

3.1.4.3 Средний уровень расположения горелок

- при одноярусном расположении горелок h_T принимается равный расстоянию от середины холодной воронки до осей горелок;
- при многоярусном расположении горелок производится усреднение высот по выражению [1, ф. 6-09]:

$$h_T = \frac{n_1 B_1 h_1 + n_2 B_2 h_2 + \dots + n_m B_m h_m}{n_1 B_1 + n_2 B_2 + \dots + n_m B_m},$$

где n_1, n_2, \dots, n_m – число горелок в первом, втором и т. д. ярусах; m – число ярусов горелок; B_1, B_2, \dots, B_m – расход топлива, подаваемого в горелки каждого яруса, кг/с; h_1, h_2, \dots, h_m – уровень расположения осей горелок в ярусе, определяется как расстояние от середины холодной воронки до оси горелок в ярусе (см. рис. 1).

3.1.4.4 Параметр забалластированности топочных газов

$$r_v = \frac{V_T^H (1-r)}{V_{O_{N_2}}^H + V_{RO_2}^H} \cdot \frac{M^3}{M^3},$$

где r – коэффициент рециркуляции; V_T^H – объем газов на выходе из топки без учета рециркуляции, м³/кг.

Наиболее сильное влияние параметр r_v оказывает на теплообмен в топках с газовой сушкой топлива, а также при вводе в топочную камеру рециркулирующих газов, отобранных из зоны хвостовых поверхностей нагрева.

3.2 Тепло, вносимое в топку воздухом

$$Q_v = \beta' I_{0v}'' + (\Delta\alpha_T + \Delta\alpha_{пл}) \cdot I_{0прс} \quad \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

где β' – количество воздуха, подаваемого в топку из воздухоподогревателя отнесенное к теоретически необходимому для сгорания топлива [1, ф. 4-43]; $\Delta\alpha_T, \Delta\alpha_{пл}$ – величины присосов в топке и в пылеприготовительной системе определяются по [1, п.4-14 и таб. XVII], или по табли-

це 2; $I''_{0в}$ – энтальпия теоретически необходимого количества воздуха определяется по [2, прил. 4] при температуре воздуха за воздухоподогревателем, которую необходимо принять по (табл. 3) или по [2, прил. 4]; $I_{0прс}$ – энтальпия присасываемого воздуха определяется по температуре холодного воздуха, равной 30°C [2, прил. 4].

Таблица 2

Присосы воздуха в систему пылеприготовления

Характеристика пылесистемы		Среднее значение $\Delta\alpha_{пл}$
С промежуточным бункером пыли	С шаровыми барабанными мельницами при сушке горячим воздухом	0,10
	С шаровыми барабанными мельницами при сушке смесью воздуха и дымовых газов	0,12
	С молотковыми мельницами при сушке смесью воздуха и дымовых газов	0,06
	Со среднеходными мельницами	0,06
С прямым вдуванием пыли в топку	С молотковыми мельницами	0,04
	Со среднеходными мельницами	0,04
	С мельницами-вентиляторами и устройством нисходящей сушки	0,20–0,25 ¹

¹ – Верхний предел для высоковлажных топлив

3.3 Располагаемое тепло топлива

$$Q_p^p = Q_p^H + i_{тл} + (1-k)Q_{крб}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}},$$

где Q_p^H – низшая теплота сгорания топлива, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; $i_{тл}$ – физическое тепло топлива, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, [1, п. 5-03]; $Q_{крб}$ – тепло, затраченное на разложение карбонатов, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, [1, п. 5-04].

3.4 Полезное тепловыделение в топке

$$Q_t = Q_p^p \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q_\phi + Q_v + \sum rI_{отб}^\Gamma, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}},$$

где q_3, q_4, q_6 – потери тепла от химической и механической неполноты сгорания топлива, с теплом шлака и охлаждающей воды, %; Q_ϕ – тепло, вносимое в топку паровым дутьем, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; Q_v – тепло, вносимое в топку воздухом, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; $\sum rI_{отб}^\Gamma$ – тепло рециркуляции газов, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, учитывается в случае возврата в топку части газов, отобранных из газоходов котла, за котлом или из верхней части топки [1, п.4-10].

Таблица 3

*Рекомендуемые температуры горячего воздуха
за воздухоподогревателем*

Топочное устройство	Система пылеприготовления	Топливо	Температура горячего воздуха
Топки с твердым шлакоудалением	При воздушной сушке топлива в замкнутой системе пылеприготовления	АШ	450–470
		Т	420–450 ¹
		Прочие каменные угли	300–420 ¹
		Бурые угли, фрезторф	350–400 ²
		Сланцы	250–300
	При сушке топлива газами в замкнутой системе пылеприготовления	Бурые угли	300–350 ³
	При сушке топлива газами в разомкнутой системе пылеприготовления	Для всех топлив	≤350

¹ – Большие значения для окисленных углей 2-ой группы и тощих 2Т.

² – При высоковлажном торфе $W_T^P \geq 50\%$ принимается $t_{гв} = 400^\circ\text{C}$.

³ – Большие значения при высокой влажности топлива.

3.5 Адиабатическая температура горения $\vartheta_a(T_a)$ – это такая температура газов, которая была бы в топке, если бы в ней отсутствовал какой-либо теплообмен, и все выделяющееся тепло затрачивалось на нагрев дымовых газов, т. е. в адиабатных условиях горения.

Адиабатическая температура горения ϑ_a , °С определяется по полезному тепловыделению в топке Q_T при избытке воздуха α_T по [2, прил. 4].

3.6 Средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания 1 кг топлива

$$(Vc)_{\text{ср}} = \frac{Q_T - I_T''}{\vartheta_a - \vartheta_T''}, \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{K}},$$

где ϑ_T'' – температура дымовых газов на выходе из топки, К; I_T'' – энтальпия продуктов сгорания 1 кг (1 м^3) топлива при температуре ϑ_T'' , избытке воздуха на выходе из топки α_T'' , $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; Q_T – полезное тепловыделение в топке, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$; ϑ_a – адиабатическая температура горения, К.

Величина температуры дымовых газов на выходе из топки ϑ_T'' неизвестна, и ее определение является одной из основных задач теплового

расчета топки. В связи с этим, прежде чем определять величину $(Vc)_{\text{ср}}$, необходимо задаться температурой газов на выходе из топки.

3.7 Критерий Бугера

Основной радиационной характеристикой продуктов сгорания служит критерий поглощательной способности (критерий Бугера)

$$Bu = kps,$$

где k – коэффициент поглощения топочной среды, $1/(\text{м МПа})$, рассчитывается по температуре и составу газов на выходе из топки. При его определении учитывается излучение трехатомных газов (RO_2 , H_2O) и взвешенных в их потоке частиц сажи, летучей золы и кокса; p – давление в топочной камере, МПа, для котлов без наддува $p = 0,1$ МПа; s – эффективная толщина излучающего слоя, м.

3.7.1 Коэффициент поглощения топочной среды

При сжигании твердых топлив коэффициент поглощения топочной среды

$$k = k_{\Gamma} + k_{\text{зл}}\mu_{\text{зл}} + k_{\text{кокс}}\mu_{\text{кокс}}, \frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}},$$

где k_{Γ} – коэффициент поглощения лучей газовой фазой продуктов сгорания (RO_2 , H_2O); $k_{\text{зл}}\mu_{\text{зл}}$ – коэффициент поглощения лучей частицами золы, $\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$; $k_{\text{кокс}}\mu_{\text{кокс}}$ – коэффициент поглощения лучей частицами кокса, $\frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$.

3.7.1.1 Коэффициент поглощения лучей газовой фазой продуктов сгорания (RO_2 , H_2O)

$$k_{\Gamma} = k_{\Gamma}^0 r_{\Pi} = \left(\frac{7,8 + 16 \cdot r_{\text{H}_2\text{O}}}{\sqrt{10pr_{\Pi}s}} \right) \left(1 - 0,37 \cdot 10^{-3} T_{\Gamma}'' \right) \cdot r_{\Pi}, \frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}},$$

где $r_{\Pi} = r_{\text{RO}_2} + r_{\text{H}_2\text{O}}$ – суммарная объемная доля трехатомных газов в продуктах сгорания, см. [7, прил. 1]; T_{Γ}'' – температура газов на выходе из топки, К.

Величина k_{Γ}^0 определяется [1, ном. 2].

3.7.1.2 Коэффициент поглощения лучей частицами золы

$$k_{\text{зл}}\mu_{\text{зл}} = \frac{10^4 A_{\text{зл}}}{\sqrt[3]{(T_{\Gamma}'')^2}} \frac{\mu_{\text{зл}}}{1 + 1,2\mu_{\text{зл}} \cdot s}, \frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}},$$

где $\mu_{\text{зл}}$ – концентрация золы в продуктах сгорания.

Коэффициент $A_{\text{зл}}$ для топок с твердым шлакоудалением принимается по табл. 4.

3.7.1.3 Коэффициент поглощения лучей частицами кокса $k_{\text{КОКС}}\mu_{\text{КОКС}}$ [1, табл. 6-2] или табл. 5.

Таблица 4

Коэффициент $A_{\text{ЗЛ}}$ для топок с твердым шлакоудалением

Вид топлива	$A_{\text{ЗЛ}}$
АШ	1,00
Каменный ¹ и тощий угли	0,80
Бурый уголь	0,75
Сланец	0,75
Торф	0,60

¹ – для Экибастузского угля при $R_{90} \geq 15\%$ – $A_{\text{ЗЛ}} = 1,0$.

3.8 Эффективное значение критерия Бугера $B\tilde{u}$

$$B\tilde{u} = 1,6 \cdot \ln \left(\frac{1,4Bu^2 + Bu + 2}{1,4Bu^2 - Bu + 2} \right).$$

Или графическим способом [1, ном. 3].

3.9 Расчетная температура газов на выходе из топки

Если температура газов на выходе из топки, полученная расчетом, не будет отличаться от принятой ранее больше, чем на ± 100 °С, то расчет на этом заканчивается и для последующих расчетов принимается значение температура газов на выходе из топки, определенная расчетом.

$$g_T'' = \frac{T_a}{1 + M \cdot B\tilde{u}^{0,3} \left[\frac{5,67 \cdot 10^{-11} \psi_{\text{CP}} F_{\text{CT}} T_a^3}{\varphi \cdot B_p (Vc)_{\text{CP}}} \right]} - 273, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таблица 5

Коэффициент поглощения лучей частицами кокса

Вид топлива	$k_{\text{КОКС}}\mu_{\text{КОКС}}, \frac{1}{\text{м} \cdot \text{МПа}}$
АШ, тощий уголь	0,25
Каменный уголь	0,20
Бурый уголь, сланец, торф	0,10

3.10 Количество тепла, воспринятое в топке

$$Q_{\text{Л}}^{\text{T}} = \varphi \cdot (Q_{\text{T}} - I_{\text{T}}''), \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$$

3.11 Удельная тепловая нагрузка стен топки

$$q_{\text{СТ}} = \frac{B_p Q_{\text{Л}}^{\text{T}}}{\sum F_i \cdot \psi_i}, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}.$$

3.12 Тепловое напряжение сечения зоны активного горения

$$q_{ст} = \frac{B_p Q_L^T}{b_T \cdot a_T}, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}.$$

3.13 Тепловое напряжение объема топочной камеры

$$q_{ст} = \frac{B_p Q_L^T}{V_T}, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^3}.$$

4 Оценка работы топки в непроектных условиях

4.1 Оценка работы топочного устройства проводится путем сравнения полученных расчетом температуры газов на выходе из топки, теплового напряжения топочного объема и теплового напряжения сечения топки в зоне наибольшего тепловыделения с нормативными значениями этих показателей [1, табл. XVII, XIX].

4.2 Так, если расчетная температура газов на выходе из топки будет превышать рекомендуемую для заданного (непроектного) топлива (табл. 6), то следует сделать вывод о том, что работа топки на заданном топливе не будет обеспечивать отсутствие шлакования поверхностей нагрева расположенных на выходе из топки и надежность работы топки в этом отношении не будет обеспечена.

Таблица 6

Рекомендуемые температуры дымовых газов перед ШПП

Топливо	Характер первичных отложений	Температура газов, °С	
		перед ширмами (на уровне середины выходного окна)	
		цельносварными	гладкотрубными
Донецкий АШ,Т	рыхлые	1200	1150
Донецкий Г,Д	прочные	1100	1100
Кузнецкий Г	рыхлые	1150	1100
Кузнецкий СС,Т	рыхлые	1200	1150
Азейский Б	прочные	1200	1200
Кизеловский Г	прочные	1100	1100
Экибастузский	прочные	1250	1250
Подмосковный Б	прочные	1100	1100
Назаровский	прочные	1050	1050
Ирша-Бородинский	прочные	1050	1050
Березовский Б	прочные	1050	1050
Ангренский Б	прочные	1050	1050
Фрезерный торф	прочные	1000	1000
Сланцы северо-западных месторождений	прочные	1000	1000
Тургайский Б	прочные	1070	1070

Рекомендации по температуре дымовых газов на выходе из топки в нормах [1, таб. II-1] или таблице 6.

4.3 Если тепловое напряжение сечения топки в зоне максимального тепловыделения окажется выше допустимого для заданного топлива, необходимо заключить, что работа на заданном топливе будет сопровождаться шлакованием экранных труб в зоне расположения горелок, что также будет снижать надежность работы топки.

4.4 Удельное тепловое напряжение топочного объема топки не должно превышать допустимого для заданного топлива. В противном случае процесс горения топлива будет происходить неудовлетворительно и следует ожидать, что топочные потери тепла, принятые ранее по Нормам, вряд ли будут соответствовать действительным и, таким образом, экономичность работы топки, как и котла в целом, будут не высокой.

4.5 Если значения расчетных показателей работы топки будет соответствовать рекомендуемым, можно сделать вывод о том, что работа топки на заданном топливе будет удовлетворительной. В противном случае работу топки необходимо оценить как неудовлетворительной и сделать рекомендации по её улучшению.

Список литературы

1. Тепловой расчет котлов: (Нормативный метод). 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Издательство НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.
2. Расчет элементного состава и теплотехнических характеристик топлива, объемов и энтальпий воздуха и продуктов сгорания: методические указания к выполнению курсовой работы по курсам «Технологические процессы и производства ТЭС и АЭС», «Котельные установки и парогенераторы» для студентов III–IV курсов, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника». Часть I / сост. Т.С. Тайлашева, Н.В. Визгавлюст, К.В. Буваков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 20 с.
3. Фурсов И.Д. Конструирование и тепловой расчет паровых котлов / Фурсов И.Д., Коновалов В.В. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. – 266 с.
4. Липов Ю.М. Котельные установки и парогенераторы : учебник / Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. – 2-е изд., испр. – М.: Регулярная и хаотическая динамика, 2005. – 592 с.
5. Карякин С.К. Котельные установки и парогенераторы. Основы и методика теплового расчета котлов : учебное пособие / Карякин С.К. – Томск : Изд-во ТПУ, 2010. – 156 с.
6. Карякин С.К. Котельные установки и парогенераторы. Курсовое проектирование : учебно-методическое пособие / Карякин С.К.; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования (ИДО). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 128 с.
7. Карякин С.К. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой расчет котлов : учебное пособие / Карякин С.К. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 156 с.

Учебное издание

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ТОПКИ

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплинам «Технологические процессы и производства ТЭС и АЭС», «Котельные установки и парогенераторы» для студентов III–IV курсов, обучающихся по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Составители

ТАЙЛАШЕВА Татьяна Сергеевна
ВИЗГАВЛЮСТ Наталья Викторовна
БУВАКОВ Константин Владимирович


**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати . Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».
Печать XEROX. Усл.печ.л. . Уч.-изд.л. .
Заказ . Тираж экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту
ISO 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  тпу. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru