

Литература

1. Сидоренко, Ю.А. Моделирование на ЭВМ как системный экспериментально-теоретический метод анализа и синтеза систем автоматического управления / Ю.А. Сидоренко // Агропанарама, 2007. - №2 – с. 13-14.
2. Красовский, Г.И. Планирование эксперимента / Г.И. Красовский, Г.Ф. Филаретов. – Минск: Изд-во БГУ, 1982. – 302с.

УДК 696.42

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ МАЛОМОЩНОГО
КОТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО
НА МЕСТНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА**

Гаркуша К.Э., к.т.н. доцент, **Андрейчик А.Е.**, ст. преподаватель, **Гаркуша К.В.**, магистрант
Белорусский государственный аграрный технический университет

При проектировании новых котельных агрегатов поверхности нагрева отдельных элементов определяются соображениями компоновки. Поэтому их тепловосприятие уточняется поверочным расчетом.

Расчет котельного агрегата должен обеспечить необходимую точность определения основных параметров – температуры уходящих дымовых газов и температуры горячей воды для водогрейных котлов.

При поверочном расчете топki по чертежам необходимо определить: объем топочной камеры, площадь поверхности стен и площадь лучевоспринимающих поверхностей нагрева.

Предварительно задаются температурой продуктов сгорания выходе из топочной камеры. Для водогрейных котлов рекомендуется предварительно принимать температуру продуктов сгорания на выходе из топki при сжигании природного газа $V'' = 1050-1100^{\circ}\text{C}$, твердого топлива $V'' = 850-900^{\circ}\text{C}$, а для водогрейных котлов малой мощности по данным испытания. Энтальпия продуктов сгорания на выходе из топki определяют в зависимости от вида топлива, коэффициента избытка воздуха α_T и присосов, температуры уходящих дымовых газов.

Определяется полезное тепловыделение в топке (кДж/кг, кДж/м³).

$$Q_T = Q_H^p \frac{100 - q_3 - q_4 - q_6}{100 - q_4} + Q_B, \quad (1)$$

где Q_B - теплота вносимая в топку с воздухом, (кДж/кг, кДж/м³);

Для водогрейных котлов теплота воздуха

$$Q_B = \alpha_T H_{XB}^0 \quad (2)$$

.Коэффициент тепловой эффективности стенок топki

$$\psi = x\zeta,$$

где x - угловой коэффициент $x = 1$; ζ - коэффициент, учитывающий снижение тепловосприятия поверхностей нагрева вследствие их загрязнения наружными отложениями.

Для незранированных топок $\psi = 0$.

Определяется эффективная толщина излучающего слоя, м

$$S = \frac{3,6V_T}{F_{CT}}, \quad (3)$$

где V_T - объем топочной камеры, м³, F_{CT} - поверхность стен топочной камеры, м².

Определяются объемные доли трехатомных газов и водяных паров

$$r_{RO_2} = \frac{V_{RO_2}}{V_r}; \quad r_{H_2O} = \frac{V_{H_2O}}{V_r} \quad (4)$$

Суммарная объемная доля трехатомных газов

$$r_n = r_{RO_2} + r_{H_2O}$$

При сжигании газообразного топлива коэффициент ослабления лучей (мМПа)⁻¹ зависит от коэффициентов ослабления лучей трехатомными газами k_r и сажистыми частицами k_c

$$k = k_r r_n + k_c .$$

$$\text{Коэффициент } k_r = \left(\frac{7.8 + 16r_{H_2O}}{3.16\sqrt{P_n S}} - 1 \right) \left(1 - 0.37 \frac{T_T''}{1000} \right), \quad (5)$$

где $P_n = r_n P$ - парциальное давление трехатомных газов, МПа; P - давление в топочной камере; T_T'' - абсолютная температура на выходе из топки, К.

Коэффициент ослабления лучей сажистыми частицами

$$k_c = 0.3(2 - \alpha_r) \left(1.6 \frac{T_T''}{1000} - 0.5 \right) \frac{C^P}{H^P}, \quad (6)$$

где C^P, H^P - содержание углерода и водорода в рабочей массе.

При сжигании природного газа

$$\frac{C^P}{H^P} = 0.12 \sum \frac{m}{n} C_m H_n, \quad (7)$$

где $C_m H_n$ - процентное содержание входящих в состав природного газа углеводородных соединений. При сжигании твердого топлива коэффициент k определяется $k = k_r r_n + k_{зл} \mu_{зл} k_k$

Коэффициент ослабления лучей золовыми частицами при сжигании топлива в слоевых топках торфа и дров берется по графику [1,2,3], а коэффициент k_k принимается $k_k = 0.15$.

При сжигании твердого топлива определяется суммарная оптическая толщина среды KPS.

Подсчитывается степень черноты факела:

для твердого топлива

$$\alpha_\phi = 1 - \ell^{-KPS},$$

где ℓ - основание натурального логарифма.

Для газообразного топлива

$$\alpha_\phi = m a_{св} + (1 - m) a_r,$$

где m - коэффициент, характеризующий долю топочного объема, заполненного светящейся частью факела, принимается по таблице 1.

Таблица 1

Вид топлива и удельная нагрузка топочного объема	m
газ при светящемся факеле с $q_v \leq 400$ кВт/м ³	0,1
газ при светящемся факеле с $q_v \geq 1000$ кВт/м ³	0,6

$a_{св}$ - степень черноты светящейся части факела

$$a_{св} = 1 - \ell^{-(k_r r_n + k_c) P S},$$

a_r - степень черноты несветящихся трехатомных газов

$$a_r = 1 - \ell^{-k_r r_n P S}.$$

При слоевом сжигании твердого топлива определяется площадь зеркала горения

$$R = \frac{BQ_H^P}{q_{зг}}, \quad (8)$$

где $q_{зг}$ - удельная нагрузка зеркала горения, кВт/м², принимается [3] для торфобрикета $q_{зг} = 810-1040$ кВт/м², $q_v = 230-250$ кВт/м³; древесные отходы при $W^p = 50\%$

$$q_{зг} = 580 \text{ кВт/м}^2; q_v = 230-350 \text{ кВт/м}^3.$$

Определить степень черноты топki для сжигания твердого топлива

$$a_T = \frac{a + (1-a)R / F_{CT}}{1 - (1-a)(1-\psi_{cp})(1-R / F_{CT})}, \quad (9)$$

для сжигания газа

$$a_m = \frac{a_\phi}{a_\phi + (1-a_\phi)\psi_{cp}}, \quad (10)$$

Относительное положение максимума температуры определяется по выражению

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

где h_T – расстояние от пода топki до оси горелок, H_T – расстояние от пода топki до середины выходного окна топki.

Для твердого топлива при сжигании в толстом слое $x_T = 0,14$.

При сжигании газа параметр M мало отличается от параметра при сжигании твердого топлива и может приниматься $M = 0,48$.

Средняя суммарная теплоемкость, кДж/кг К, кДж/м³ К

$$Vc_{cp} = \frac{Q_T - H_T''}{T_a - T_T''}, \quad (11)$$

где T_a – теоретическая (адиабатная) температура горения, К;

$$T_a = \frac{Q_H^p \eta_T + \alpha_T V^\circ h_g}{V_h h_r} = \frac{Q_H^p \eta_T + H_g}{H_T''}, \quad (12)$$

где h_g , h_r - удельные энтальпии воздуха и дымовых газов

$$\eta_T = \frac{100 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6}{100}, \quad (13)$$

Действительная температура на выходе из топki

$$V_T'' = \frac{T_a}{M \left(\frac{5,67 \psi_{cp} F_{CT} \alpha_T T_a^3}{10^{11} \phi B_p V_{cp}} \right)^{0,6} + 1} - 273, \quad (14)$$

где B – расход топлива в кг/с, м³/с.

Полученная температура на выходе из топki сравнивается с температурой принятой в п.1. Если расхождение между V_T'' и ранее принятой на выходе из топki не превышает $\pm 100^\circ\text{C}$, то расчет считается окончанным. В противном случае задаются новым уточненным значением и весь расчет повторяется.

Литература

1. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование: Уч. пособ. для техникумов. Л.: Энергоатомиздат, 1989.
2. В.И. Лебедев, Б.А. Пермяков, П.А. Хаванов. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения: Уч. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1992.
3. К.Ф. Роддатис, Я.Б. Соколовский . Справочник по котельным установкам малой производительности. Под ред. К.Ф. Роддатиса. М.: Энерго-атомиздат, 1989.

Репозиторий БГАТУ