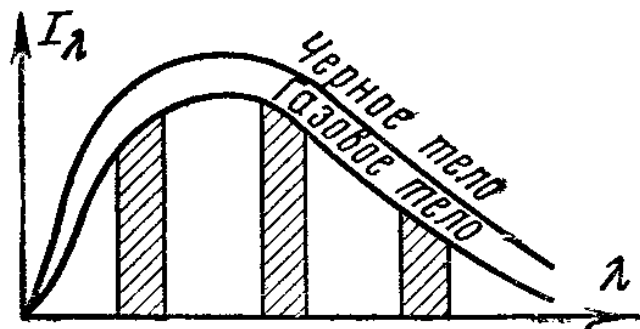


Излучение газов

1-атомные и 2-атомные газы обладают ничтожно малой излучательной и поглощательной способностью. Эти газы считаются прозрачными для тепловых лучей.



3-атомные (CO_2 и H_2O и др.) и многоатомные газы обладают значительной излучательной, а следовательно, и поглощательной способностью.

Спектры излучения 3-атомных газов в отличие от излучения серых тел имеют селективный (избирательный) характер. Эти газы поглощают и излучают энергию только в определенных интервалах длин волн, расположенных в различных частях спектра. Для лучей с другими длинами волн эти газы прозрачны.

Когда луч встречает на своем пути слой газа, способного к поглощению луча с данной длиной волны, то этот луч **частично поглощается**, **частично проходит** через толщу газа и **выходит с другой стороны** слоя с интенсивностью меньшей, чем при входе.

Поглощательная способность газа зависит от его парциального давления или числа молекул, температуры (а соответственно и плотности) и толщины слоя. С увеличением плотности и толщины слоя поглощательная способность газа увеличивается.

Ширина отдельных полос излучения изменяется с температурой газа.

С увеличением температуры ширина полос увеличивается, а **поглощательная способность уменьшается**, т.к. плотность газа уменьшается. Но в результате возрастания температуры **энергия излучения увеличивается**.

Коэффициент поглощения газа может быть определен следующей зависимостью

$$A_l = f(T_2, p, s)$$

или общим уравнением

$$A_l = 1 - \exp\{-L_l\}.$$

Толщина слоя газа s зависит от формы тела, в котором он находится.

Давление продуктов сгорания обычно принимают равным 1 бар, поэтому парциальные давления 3-атомных газов в смеси определяют по уравнениям

$P_{CO_2} = r_{CO_2}$ и $P_{H_2O} = r_{H_2O}$, где r – объемная доля газа. $\sum r_i = 1$, $P_{cm} = \sum p_i$

Средняя температура газа определяется по формуле

$$T_{\text{с}} = \frac{T'_{\text{см}} + T''_{\text{см}}}{2} \pm \frac{(T'_2 - T'_{\text{см}}) - (T''_2 - T''_{\text{см}})}{\ln \frac{(T'_2 - T'_{\text{см}})}{(T''_2 - T''_{\text{см}})}}$$

где T'_2 – температура газа у входа в канал; T''_2 – температура газа у выхода из канала; знак **плюс** берется в случае охлаждения, а **минус** – в случае нагревания газа в канале.

Расчет *теплообмена излучением между газом и стенками канала* очень сложен и выполняется с помощью ряда графиков и таблиц.

Плотность собственного интегрального излучения газов в среде с температурой 0°K

$$E_{\text{соб}CO_2} = 3,5 (ps)^{0,33} (T / 100)^{3,5}$$

$$E_{\text{соб}H_2O} = 3,5 p^{0,8} s^{0,6} (T / 100)^3$$

где p – парциальное давление газа, бар; s – средняя толщина слоя газа, м;
 T – средняя температура газов (или стенки – см. ниже), $^\circ\text{K}$.

Анализ приведенных уравнений показывает, что излучательная способность газов не подчиняется закону Стефана – Больцмана.

По этим же формулам вычисляется теплота излучения стенок канала, поглощаемая газами, *но вместо средней температуры газов в них берется средняя температура стенок канала.*

Количество теплоты, воспринятое стенками канала в результате теплообмена излучением между газом и стенкой:

$$q_{\text{изл}} = e'_{\text{ст}} (E_{\text{г}} - E_{\text{ст}})$$

где $e'_{\text{ст}}$ – эффективная степень черноты поверхностей канала,

$$e'_{\text{ст}} = \frac{e_{\text{ст}} + 1}{2};$$

Полученный суммарный тепловой поток излучением $q_{изл}$ используется для определения коэффициента теплоотдачи излучением

$$a_{изл} = \frac{q_{изл}}{T_g - T_{ст}}$$

Многие авторы для практических расчетов излучения газов рекомендуют пользоваться законом четвертых степеней, или законом Стефана – Больцмана.

Расчетное уравнение лучистого теплообмена между газом и стенками канала в этом случае имеет следующий вид

$$q_{\text{изл}} = e'_{\text{ст}} C_s \left(e_2 (T_2 / 100)^4 - e'_2 (T_{\text{ст}} / 100)^4 \right)$$

где $e_2 = E_2 / E_s$ – степень черноты газового объёма, равная отношению плотности излучения газа к плотности излучения абсолютно черного тела:

$$e_2 = e_{\text{CO}_2} + \beta e_{\text{H}_2\text{O}} + \Delta e_2;$$

величины e_{CO_2} , $e_{\text{H}_2\text{O}}$ и β определяют по графикам;

Δe_2 – поправка, учитывающая взаимное поглощение энергии излучения газом; для дымовых газов это поправка составляет 2-4%, поэтому ею обычно пренебрегают;

β – поправочный коэффициент, учитывающий влияние парциального давления;

$e'_2 = e'_{CO_2} + \beta e'_{H_2O}$ – поглощательная способность газа при средней температуре стенок канала; определяется по тем же графикам;

В дальнейшем $q_{изл}$ используется для определения коэффициента теплоотдачи излучением $a_{изл}$.