Плотность в сухом виде, кг/м ³	1500
Растворимость в воде	Легкорастворим
Содержание хлорида	< 0,1%

Критерием водостойкости строительных материалов является коэффициент размягчения ($K_{разм}$) – отношение предела прочности образцов материала в насыщенном водой и в сухом состоянии.

Наименьший $K_{разм}$ имеет строительный гипс 0,35...0,4 и несколько повышается при получении изделий из жестких смесей.

За счет увеличения добавки Moveplast gypso 2 удалось снизить В/Г отношение до 0,55.

Коэффициент размягчения $K_{разм}$ составил 0,2.

Так как испытания проводились в лабораторных условиях, поэтому необходимо учитывать следующие возможности улучшения качества композиционных гипсовых материалов:

- масштабный фактор;
- увеличение прочности за счет введения более крупного заполнителя;
- уменьшение плотности стеновых блоков, за счет образования пустот при формовании;
- повышение водостойкости за счет применения интенсивных способов уплотнения.

Полученные результаты, возможно, внедрить в производство стеновых блоков на установках «Рифей».

1. Ферронская, А. В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) Текст. : Справочник / под общ. ред. А. В. Ферронской. – М.: Издательство АСВ, 2004., – 488 с.: ил.
2. Гипс малоэтажном строительстве / Под общей ред. А. В. Ферронской. – М.: Изд-во АСВ, 240 с., с илл.

Руднев Б.И., Повалихина О.В.

Особенности взаимодействия потоков излучения в камере сгорания дизеля

*Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
(Россия, Владивосток)*

doi 10.18411/gq-31-03-2018-10

idsp000001:gq-31-03-2018-10

Аннотация

Представлена оценка взаимодействия потоков излучения в камере сгорания судового дизеля. Показано, что при анализе теплового состояния деталей камеры сгорания эффективными потоками излучения можно пренебречь.

Ключевые слова: дизельный двигатель, камера сгорания, потоки излучения

Abstract

Estimation of interaction of radiative heat fluxes in marine diesel engine combustion chamber is given in this article. It is shown that while analyzing thermal conditions of details of combustion chamber by effective radiation heat fluxes should not be taken into account.

Key words: diesel engine, combustion chamber, fluxes of radiation heat transfer

Излучающую систему для условий камеры сгорания (КС) судового дизеля можно представить, как поверхностную зону F , которую образуют поверхность крышки цилиндра (точка M_γ), втулка (точки M_n и M_k) и поршня (точка M_p), а также объемной зоны V (точка M_i), заполненной сажегазовой средой. Общая картина взаимодействия основных потоков излучения в произвольной точке M_k граничной поверхности (поверхностной зоны) F может быть представлена, следуя [1], схемой, показанной на рисунке. Рассмотрим более подробно взаимодействие основных потоков

Рисунок. Схема взаимодействия потоков излучения в произвольной точке M_k граничной поверхности F излучения для точки M_k , принадлежащей граничной поверхности F .

В каждую точку граничной поверхности F приходит собственное излучение от объемной зоны $M_i(V)$, т.е. $E_{соб}(M_i)$. Причем для всех точек граничной поверхности M_k, M_n, M_p и M_γ этот поток является падающим потоком. В то же время каждая из поверхностей, на которых расположены точки M_k, M_n, M_p и M_γ , имеет свой эффективный (или исходящий [2]) поток излучения:

$$E_{эф}(M_n) = E_{собF}(M_n) + E_{отрF}(M_n), \quad (1)$$

в свою очередь, отраженный поток для точки M_n может быть представлен следующим образом:

$$E_{отрF}(M_n) = E_{пад} R_F, \quad (2)$$

где R_F – коэффициент отражения граничной поверхности F .

Учитывая взаимосвязь между коэффициентом отражения R_F и степенью черноты поверхности ε_F , имеем

$$E_{отрF}(M_n) = E_{пад} R_F = (1 - \varepsilon_F) E_{падF} = (1 - \varepsilon_F) E_{собV}(M_i). \quad (3)$$

Тогда эффективный поток излучения от точки M_n граничной поверхности F можно представить следующим образом:

$$E_{эфF}(M_n) = E_{собF}(M_n) + (1 - \varepsilon_F) E_{собV}(M_i). \quad (4)$$

Аналогично для точек M_p и M_γ :

$$E_{эфF}(M_p) = E_{собF}(M_p) + (1 - \varepsilon_F) E_{собV}(M_i), \quad (5)$$

$$E_{эфF}(M_\gamma) = E_{собF}(M_\gamma) + (1 - \varepsilon_F) E_{собV}(M_i). \quad (6)$$

Таким образом, для произвольной точки M_k граничной поверхности F (см. рисунок) падающими потоками излучения будут $E_{собV}(M_i)$, $E_{эфF}(M_n)$, $E_{эфF}(M_p)$ и $E_{эфF}(M_\gamma)$.

Результирующий поток излучения для точки M_k в общем виде запишется так:

$$E_{\text{рез}}(M_k) = E_{\text{пад}}(M_k) - E_{\text{эфF}}(M_k). \quad (7)$$

Очевидно, что в (7) эффективный поток излучения от точки M_k можно представить аналогично эффективным потокам от точек M_n , M_p и M_γ (4– 6):

$$E_{\text{эфF}}(M_k) = E_{\text{сбF}}(M_k) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i). \quad (8)$$

Подставляя в (7) соответствующие потоки излучения, определяемые по зависимостям (4– 6), получим

$$\begin{aligned} E_{\text{рез}}(M_k) &= E_{\text{сбV}}(M_i) + E_{\text{эфF}}(M_n) + E_{\text{эфF}}(M_p) + E_{\text{эфF}}(M_\gamma) - E_{\text{эфF}}(M_k) = \\ &= E_{\text{сбV}}(M_i) + E_{\text{сбF}}(M_n) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + E_{\text{сбF}}(M_p) + \\ &\quad + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + E_{\text{сбF}}(M_\gamma) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) - \\ &\quad - E_{\text{сбF}}(M_k) - (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i). \end{aligned} \quad (9)$$

Группируя в (9) члены, содержащие собственный поток излучения объемной зоны $E_{\text{сбV}}(M_i)$, имеем

$$\begin{aligned} E_{\text{рез}}(M_k) &= E_{\text{сбV}}(M_i) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + \\ &\quad + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) - (1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i) + \\ &\quad + E_{\text{сбF}}(M_n) + E_{\text{сбF}}(M_p) + E_{\text{сбF}}(M_\gamma) - E_{\text{сбF}}(M_k). \end{aligned} \quad (10)$$

Проанализируем полученную зависимость (10) для результирующего потока излучения произвольной точки M_k граничной поверхности F , выражающую функциональную связь основных потоков излучения. Из (10) следует, что результирующий поток излучения для точки M_k формируется при взаимодействии

собственного потока излучения объемной зоны $E_{\text{сбV}}(M_i)$ и собственных потоков излучения поверхностей, образующих граничную поверхность F : $E_{\text{сбF}}(M_n)$, $E_{\text{сбF}}(M_p)$, $E_{\text{сбF}}(M_\gamma)$ и $E_{\text{сбF}}(M_k)$. Причем собственный поток излучения поверхности, которой принадлежит точка M_k , имеет противоположный знак по отношению к собственным потокам излучения других поверхностей. Члены уравнения (10) вида $(1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i)$ представляют собой отраженный поток излучения от соответствующих элементов граничной поверхности F . Заметим, что при построении математической модели локального радиационного теплообмена в КС дизеля необходимо величину степени

черноты граничной поверхности ε_F задавать дифференцированно по отношению к каждому ее элементу, т.е. отдельно для крышки цилиндра, поршня и втулки.

На основании экспериментальных данных [3] величины степени черноты для отдельных поверхностей, составляющих КС, имеют следующие значения: для днища поршня из алюминия вогнутого сплава, покрытого нагаром толщиной 0,1–0,2 мм, $\varepsilon = 0,91$ – $0,95$; а при толщине нагара 0,2–0,6 мм, $\varepsilon = 0,94$ – $0,97$; для крышки цилиндра из чугуна, покрытой нагаром, $\varepsilon = 0,90$ – $0,95$; для втулки цилиндра тонким слоем масла $\varepsilon = 0,3$ – $0,4$. Принимая во внимание величины степени черноты поверхностей КС, следует отметить, что члены вида $(1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i)$ в уравнении (10) важны в определенной мере лишь для поверхности втулки цилиндра. Для поверхности крышки цилиндра и поршня эти члены укладываются в погрешность определения температуры излучателя в КС дизеля из концентрации частиц сажи в ней. Отметим, что указанная погрешность составляет 12–15%. Однако даже для втулки цилиндра величина $(1 - \varepsilon_F) E_{\text{сбV}}(M_i)$ не может быть значительной, так как в период активного процесса радиационного теплообмена в КС (от ВМТ до 80 – 1000 поворота коленчатого вала после ВМТ)

большая часть втулки цилиндра перекрыта поршнем. Что же касается членов уравнения (10), представляющих собой собственные потоки излучения элементов граничной поверхности F : $E_{\text{соб}F}(M_n)$, $E_{\text{соб}F}(M_p)$, $E_{\text{соб}F}(M_\gamma)$ и $E_{\text{соб}F}(M_k)$, – то здесь необходимо отметить следующее. Собственный поток излучения поверхности однозначно определяется ее температурой и излучательной способностью (степенью черноты) по зависимости

$$E_{\text{соб}F} = \sigma \varepsilon_F T_F^4 \quad (11)$$

Аналогично можно определить и собственный поток излучения объемной зоны

$$E_{\text{соб}V} = \sigma_0 \varepsilon_V T_V^4. \quad (12)$$

В результате сложного взаимодействия рассмотренных выше потоков излучения между объемной зоной и соответствующими точками граничной поверхности в замкнутой системе (см. рис.) формируются результирующие потоки, определяющие радиационную тепловую нагрузку деталей КС. Этот процесс взаимодействия основных потоков излучения описывается системой интегральных уравнений излучения [2]. Последние могут быть, как показано в [4, 5], аппроксимированы соответствующей системой алгебраических уравнений. Подробный анализ указанных выше систем уравнений приведен в [6, 7, 8].

Следует отметить, что температуры поршня и крышки цилиндра судовых дизелей лежат в пределах 350–4500С, а температура пламени, т.е. объемной зоны T_v составляет 2000–21000С и выше. Это позволяет в уравнении (9) пренебречь эффективными потоками излучения и считать, что приближенно выполняется условие:

$$E_{\text{рез}}(M_k) \approx E_{\text{пад}}(M_k) \approx E_{\text{соб}V}(M_i). \quad (13)$$

Проведенный анализ взаимодействия потоков излучения позволил сделать ряд существенных уточнений в зональной модели радиационного теплообмена в КС судового дизеля [8].

1. Петриченко Р.М., Батурин С.А., Исаков Ю.Н. и др. Элементы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ. – Л.: Машиностроение, 1990. – 328 с.
2. Блох А.Г., Журавлев Ю.А., Рыжков Л.Н. Теплообмен излучением: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.
3. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 221 с.
4. Суринов Ю.А. Об итерационно-зональном методе исследования и расчета лучистого теплообмена в поглощающей и рассеивающей среде // Известия СО АН СССР. 1978. – №8. – Вып. 2. – С. 106–125.
5. Суринов Ю.А. Современное состояние и перспективы развития теории переноса излучения и радиационного теплообмена // Труды первой Российской национальной конференции по теплообмену. В 9 т. Т. 9. Радиационный и сложный теплообмен. – М.: Изд-во МЭИ, 1994. – С. 238–243.
6. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Анализ взаимодействия радиационных тепловых потоков в камере сгорания дизеля // Materials of the X International scientific and practical conference – Modern European Science – 2014. Vol. 17. Technical science. – Sheffield: Science and Education LTD, 2014. – P. 65 – 72.
7. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Анализ использования зональной модели радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя // Труды пятой Российской национальной конференции по теплообмену. В 8 т. Т. 6. Интенсификация теплообмена. Радиационный и сложный теплообмен. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – С. 261 – 263.
8. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Математическое моделирование радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля // Тепловые процессы в технике. 2017. Т. 9. №9. – С. 422–425.