РЕФЕРАТ

Теплообмен излучением

Лучистая энергия возникает за счет энергии других видов в результате сложных молекулярных и внутриатомных процессов. Природа всех лучей одинакова. Они представляют собой распространяющиеся в пространстве электромагнитные волны. Источником теплового излучения является внутренняя энергия нагретого тела. Количество лучистой энергии в основном зависит от физических свойств и температуры излучающего тела. Электромагнитные волны различаются между собой длиной волны.

В зависимости от длины волны λ лучи обладают различными свойствами. Наименьшей длиной волны обладают космические лучи λ = (0,1 - 10)оА (где оА - ангстрем, единица длины, 1оА = 10-10м). Гамма-лучи, испускаемые радиоактивными веществами, имеют длину волны до 10оА; лучи Рентгена имеют λ = (10-200) оА; у ультрафиолетовых лучей λ = 200оА - 0,4 мк (мк - микрон, 1 мк - 0,001 мм), световые лучи : λ = (0,4-0,8)мк, инфракрасные или тепловые лучи : λ = (0,8 - 400) мк, радио или электромагнитные лучи: λ > 400 мк. Из всех лучей наибольший интерес для теплопередачи представляют тепловые лучи с λ = (0,8 - 400) мк.

Лучеиспускание свойственно всем телам, и каждое из них излучает и поглощает энергию непрерывно, если температура его не равна 0°К. При одинаковых или различных температурах между телами, расположенными как угодно в пространстве, существует непрерывный лучистый теплообмен.

При температурном равновесии тел количество отдаваемой лучистой энергии будет равно количеству поглощаемой лучистой энергии. Жидкие и твёрдые тела испускают лучи всех длин волн от малых до больших.

Суммарное излучение с поверхности тела по всем направлениям полусферического пространства и по всем длинам волн спектра называется интегральным или полным лучистым потоком (Q).

Интегральный лучистый поток, излучаемый единицей поверхности по всем направлениям, называется излучательной способностью тела и обозначается

Е = dФ / dF [вт/м2], (1)

где dФ - элементарный лучистый поток, испускаемый элементом поверхности dF.

Каждое тело способно не только излучать, но и отражать, поглощать и пропускать через себя падающие лучи от другого тела. Если обозначить общее количество лучистой энергии, падающей на тело, через Q, то часть энергии, равная А, поглотится телом, часть, равная R, отразится, а часть, равная D, пройдет сквозь тело. Отсюда

= QA + QR + QD, (2)

или

+ R + D = 1 (3)

Величину А называют коэффициентом поглощения. Он представляет собой отношение поглощенной лучистой энергии ко всей лучистой энергии, падающей на тело. Величину R называют коэффициентом отражения. R есть отношение отраженной лучистой энергии ко всей падающей. Величину D называют коэффициентом проницаемости. D есть отношение прошедшей сквозь тело лучистой энергии ко всей лучистой энергии, падающей на тело. Для большинства твердых тел, практически не пропускающих сквозь себя лучистую энергию

А + R = 1. (4)

Если поверхность поглощает все падающие на нее лучи, т. е. А = 1, R = 0 и D = 0, то такую поверхность называют абсолютно черной. Если поверхность отражает полностью все падающие на нее лучи, то такую поверхность называют абсолютно белой. При этом R = 1, А = 0, D = 0. Если тело абсолютно проницаемо для тепловых лучей, то D = 1, R = 0 и A = 0. В природе абсолютно черных, белых и прозрачных тел не существует, тем не менее понятие о них является очень важным для сравнения с реальными поверхностями.

Кварц для тепловых лучей непрозрачен, а для световых и ультрафиолетовых лучей прозрачен. Каменная соль прозрачна для тепловых лучей и непрозрачна для ультрафиолетовых лучей. Оконное стекло прозрачно для световых лучей, а для ультрафиолетовых и тепловых почти непрозрачно. Белая поверхность (ткань, краска) хорошо отражает лишь видимые лучи, а тепловые лучи поглощает также хорошо, как и темная. Таким образом, свойство тел поглощать или отражать тепловые лучи зависят в основном от состояния поверхности, а не от ее цвета.

Если поверхность отражает лучи под тем же углом, под которым они падают на нее, то такую поверхность называют зеркальной. Если падающий луч при отражении расщепляется на множество лучей, идущих по всевозможным направлениям, то такое отражение называют диффузным (например, поверхность мела).

Все реальные тела, используемые в технике, не являются абсолютно черными и при одной и той же температуре излучают меньше энергии, чем абсолютно черное тело. Излучение реальных тел также зависит от температуры и длины волны. Чтобы законы излучения черного тела можно было применить для реальных тел, вводится понятие о сером теле и сером излучении. Под серым излучением понимают такое, которое аналогично излучению черного тела, но интенсивность лучей для каждой длины волны I при любой температуре составляет неизменную долю от интенсивности излучения черного тела Is, т.е. существует отношение:

λ / Isλ = ε = const. (5)

Величину ε называют степенью черноты. Она зависит от физических свойств тела. Степень черноты серых тел всегда меньше единицы.

Большинство реальных твердых тел с определенной степенью точности можно считать серыми телами, а их излучение - серым излучением. Энергия интегрального излучения серого тела равна:

Е = ε ·E0 = ε·С0· (Т/100)4 = С· (Т/100)4 (6)

Здесь

= σ·(Т/100)4 (7)

- плотность потока интегрального излучения абсолютно чёрного тела (закон Стефана-Больцмана), ε - степень черноты,

С0= 5,67 вт/м2 ·(0К )4 -(8)

С0 коэффициент излучения абсолютно чёрного тела. Лучеиспускательная способность серого тела составляет долю, равную ε, от лучеиспускательной способности черного тела.

Величину С = ε·С0 называют коэффициентом излучения серого тела. Величина С реальных тел в общем случае зависит не только от физических свойств тела, но и от состояния поверхности или от ее шероховатости, а также от температуры и длины волны. Значения коэффициентов излучения и степеней черноты тел берут из таблиц.

Таблица 1. Степень черноты полного нормального излучения для различных материалов

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование материала | t,°С |  |
| Алюминий полированный | 50-500 | 0,04-0,06 |
| Бронза | 50 | 0,1 |
| Железо листовое оцинкованное, блестящее | 30 | 0,23 |
| Жесть белая, старая | 20 | 0,28 |
| Золото полированное | 200 - 600 | 0,02-0,03 |
| Латунь матовая | 20-350 | 0,22 |
| Медь полированная | 50-100 | 0,02 |
| Никель полированный | 200-400 | 0,07-0,09 |
| Олово блестящее | 20-50 | 0,04-0,06 |
| Серебро полированное | 200-600 | 0,02-0,03 |
| Стальной листовой прокат | 50 | 0,56 |
| Сталь окисленная | 200-600 | 0,8 |
| Сталь сильно окисленная | 500 | 0,98 |
| Чугунное литье | 50 | 0,81 |
|  |  |  |
| Дерево строганое | 20 | 0,8-0,9 |
| Кирпич огнеупорный | 500-1000 | 0,8-0,9 |
| Кирпич красный, шероховатый | 20 | 0,88-0,93 |
| Лак черный, матовый | 40-100 | 0,96-0,98 |
| Лак белый | 40-100 | 0:8-0,95 |
| Масляные краски различных цветов... | 100 | 0,92-0,96 |
| Сажа ламповая | 20-400 | 0,95 |
| Стекло | 20-100 | 0,91-0,94 |
| Эмаль белая | 20 | 0,9 |

энергия тепловой излучение источник

При лучистом теплообмене между двумя параллельными поверхностями со степенями черноты ε 1 и ε 2, имеющими соответственно температуру Т1 и Т2, количество энергии (тепловой поток), которой они обмениваются через площадь поверхности F, определяют по формуле:

Фл = ε прС0· [(Т1/100)4 - (Т2/100)4] · F (9)

ε пр= 1/[(1/ ε 1) +(1/ ε 2) -1] (10)

ε пр - приведенный коэффициент (степень) черноты. Если одна поверхность (F1) охватывается другой (F2), то

ε пр= 1/[(1/ ε 1) + (F1/ F2)·(1/ ε 2) -1]. (11)

В случае, когда F2 >> F1 (излучение в неограниченную среду), второе слагаемое близко к нулю и ε пр= 1/(1/ε 1 ) = ε 1. Приведенный коэффициент черноты системы равен коэффициенту черноты нагретого тела, испускающего тепловой поток.