ВТОРОЙ РАЗДЕЛ

Физические свойства материалов.

Теплопроводность, гипотеза Фурье, температурный градиент и тепловой поток. Тепловое расширение твердых тел.

*Задача1* Металлическая стенка камеры площадью *F* покрыта с одной стороны слоем изоляции. Температура внутренней неизолированной поверхности *t 1*, а наружной поверхности изоляции *– t3*, толщина стенки и изоляции соответственно δ1 и δ2. Определить потери тепла *Q* через стенку, плотность теплового потока q и температуру между поверхностью стенки и изоляции *t2*. Коэффициенты теплопроводности стенки λ1 и изоляции λ2 принять по средним значениям их температур. Исходные данные выбрать из приведенных ниже таблиц.

Таблица исходных данных

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки  | t1, 0C  | t3,  0C  | δ 1, м  | δ 2, м  | Материал стенок  | *F2,* м2  |
| Металлическая  | изоляция  |
| 9  | 600  | 400  | 0,038  | 0,06  | Медь  | Диамитовый кирпич  | 3,8  |

 Таблица теплофизических свойств материалов

|  |
| --- |
| Коэффициент теплопроводности λ для стали и сплавов, Вт/(м·К)  |
| Марка металла или сплава  |   | Температура, 0С  |
| 100  | 200  | 300  | 400  | 500  | 600  | 700  |
| Сталь 15  | 54,2  | 50,2  | 46,0  | 41,9  | 37,7  | 33,5  | 29,8  |
| Сталь 30  | 50,2  | 46,0  | 41,9  | 37,7  | 33,5  | 29,3  | 28,7  |
| Сталь1Х13  | 24,0  | 23,6  | 23,3  | 23,3  | 23,7  | 24,4  | 25,5  |
| Сталь2Х13  | 24,3  | 25,8  | 26,3  | 26,4  | 26,6  | 26,4  | 26,2  |
| Сталь3Х13  | 25,1  | 25,6  | 25,6  | 25,6  | 25,6  | 25,6  | 24,6  |
| Сталь4Х13  | 28,0  | 29,1  | 29,3  | 29,2  | 28,8  | 28,4  | 28,0  |
| СтальХ28  | 20,9  | 21,7  | 22,7  | 23,4  | 23,4  | 25,0  | 26,4  |
| Алюминий  | 206  | 229  | 262  | 319  | 371  | 422  | 471  |
| Алюминий92/8  | 123  | 148  | 165  | 193  | 252  | 308  | 343  |
| Алюминий 80/20  | 169  | 174  | 186  | 205  | 263  | 315  | 358  |
| Латунь 90/10  | 117  | 134  | 149  | 166  | 180  | 195  | 200  |
| Медь  | 385  | 378  | 371  | 365  | 359  | 354  | 350  |
| Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·К) и предельная температура для изоляционных материалов *t, 0C*   |
| Наименование материала  | λ, Вт/(м·К)  | *t, 0C*  |
| Асбест  | 0,130 + 0,00019·t  | 700  |
| Асбозонолит  | 0,143 + 0,00019·t  | 700  |
| Асбослюда  | 0,120 + 0,00015·t  | 600  |
| Асботермит  | 0,109 + 0,00015·t  | 500  |
| Зонолит  | 0,072 + 0,00026·t  | 1000  |
| Совелит  | 0,090 + 0,00010·t  | 400  |
| Шлаковая вата  | 0,060 + 0,00014·t  | 700  |
| Вермикулитовые плиты  | 0,081 + 0,00015·t  | 750  |
| Вулканитовые плиты  | 0,080 + 0,00021·t  | 600  |
| Диамитовый кирпич  | 0,113 + 0,00023·t  | 800  |

Литература: [4 с. 307-311, 316-321].

*Методические рекомендации.*

Решение задачи требует знания основного закона теплопроводности (закона Фурье) и условий однозначности при передаче тепла теплопроводностью, градиента температуры, теплового потока, видеть связь между этими понятиями. Важно, также, понимать в основном законе физический смысл коэффициента теплопроводности λ вещества и знать его зависимость от температуры вещества, учитывая, что для большинства материалов эта зависимость оказывается почти линейной, т. е. можно записать: λ = λ0·[1 + *b·*(*t – t0*],

где λ0 – коэффициент теплопроводности при температуре *t0; b –* постоянная, определяемая опытным путем.

Передача тепла конвекцией

### Задача №2

Металлическая труба с внутренним диаметром *d1* и наружным *d2* длиной *l* покрыта двумя слоями изоляции, толщины которых δ2 и δ3. Температура внутренней поверхности трубы *t1*, наружной поверхности последнего слоя изоляции *t4*. Коэффициенты теплопроводности изоляции соответственно λ2 и λ3. Определить потерю тепла через трехслойную трубу, тепловое сопротивление трехслойной стенки *R* и эквивалентный коэффициент теплопроводности изоляционных слоев λэкв. Исходные данные выбрать из приведенной ниже таблицы.

Таблица исходных данных

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки  | *d*1, мм  | *d*2, мм  | *L*, М  | *t1*,  0С  | δ2, мм  | δ3, мм  | *t4*, 0 С | Материал трубы  | Теплопроводность изоляционных слоев  |
| λ2, Вт/(м·К)  | λ3, Вт/(м·К)  |
| 9  | 290  | 310  | 2,4  | 200  | 40  | 20  | 50  | Сталь2Х13  | 0,10  | 0,12  |

Литература:[4, с. 320-323]

*Методические рекомендации.*

Для решения задачи необходимо учесть влияние геометрической формы стенки, используя соответствующие аналитические выражения для теплового потока и его удельных значений, приходящихся на единицу длины или единицу поверхности.

Основные законы теплового излучения.

### Задача №3

Между двумя поверхностями площадью *F* установлен экран. Коэффициенты излучения поверхностей *C*1 = C2 = *C*3, а температуры поверхностей составляют *t*1 и*t*2. Определить тепловой поток до и после установки экрана, а также температуру экрана *Т*э, и лучистый поток после установки n экранов. Исходные данные выбрать из таблицы 14.

Таблица 14

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Последняя цифра номера зачетной книжки  | *t*1, 0 С | *t*2, 0 С  | F, м2  | *C*1,*C*2, *C*3, Вт/(м2·К4)  | Количество экранов, n  |
| 9  | 590  | 290  | 19  | 5,5  | 3  |

Литература:[4, с. 402-417]

*Методические рекомендации.*

Решение задачи требует понимания закона Стефана-Больцмана с учетом того, что если тело участвует в теплообмене с другим телом, то часть падающего потока энергии поглощается телом, а часть отражается. То есть, необходимо учитывать так называемый эффективный лучистый поток, который зависит не только от физических свойств и температуры излучающего энергию тела, но и от физических свойств, температуры тела и спектра излучения воспринимающего тела. Рассматривая лучистый поток между параллельными поверхностями разделенными экраном важно знать расчет приведенного коэффициента излучения.