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.