**Основи теплопровідності**

Теоретичні матеріали, необхідні для вирішення задач п.2.7, наведено у п.1.2.1 – п.1.2.2 даного навчального посібника.

**Задача 7.1**. Визначити тепловий потік через бетонну стіну будинку товщиною δ, висотою *h* і довжиною *l* (див. табл. 2.31), якщо температури на її поверхнях tc1 = 20 °С, tc2 = -10 °С, а коефіцієнт теплопровідності λ = 1 Вт/(м⋅К).

Таблиця 2.31 – Вихідні данні для задачі 7.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| δ, мм | 200 | 100 | 120 | 150 | 180 | 220 | 250 | 210 | 170 | 280 |
| *h*, м | 2,5 | 1 | 1,5 | 2 | 1,8 | 2,2 | 2,8 | 2 | 2,5 | 2,3 |
| *l*, м | 2 | 1,5 | 2,2 | 2,5 | 2 | 3 | 3,2 | 2,8 | 2 | 3 |

**Задача 7.2**. Визначити коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки товщиною 50 мм, якщо щільність теплового потоку через неї 100 Вт/м2, а різниця температур на поверхнях наведено в таблиці 2.32.

Таблиця 2.32 – Вихідні данні для задачі 7.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| Δ*t*, °С | 20 | 15 | 25 | 30 | 17 | 23 | 35 | 18 | 27 | 32 |

**Задача 7.3**. Плоску поверхню необхідно ізолювати так, щоб втрати теплоти з одиниці поверхні в одиницю часу не перевищували 450 Вт/м2. Температура поверхні під ізоляцією tc1 (див. табл. 2.33), температура зовнішньої поверхні ізоляції tc2=50°С. визначити товщину ізоляції, виконаної із совеліта, для якого λ=0,09 + 0,0000874⋅t.

Таблиця 2.33 – Вихідні данні для задачі 7.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| tc1, °С | 450 | 470 | 480 | 500 | 320 | 350 | 430 | 410 | 400 | 380 |

**Задача 7.4**. Розподіл температури за товщиною плоскої стінки з λ = 2Вт/(м⋅К) має вигляд tx = 100 + 150⋅x , де температура t виражена в градусах Цельсія, а координата х - у метрах і виміряється від однієї поверхні стінки. знайти щільність теплового потоку через стінку. Нарисувати розподіл температур у стінці товщиною δ наведеною в табл. 2.34. У яку сторону спрямований тепловий потік ?

Таблиця 2.34 – Вихідні данні для задачі 7.4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| δ, см | 20 | 30 | 40 | 45 | 50 | 10 | 5 | 25 | 35 | 15 |

**Задача 7.5**. Щільність теплового потоку *q* через плоску стінку товщиною 50мм наведено в табл. 2.35. Визначити різницю температур на поверхнях стінки й чисельне значення градієнта температури в стінці. Матеріал, з якого виконано стінку наведено в табл. 2.35. Коефіцієнт теплопровідності для: а) латуні [λ = 70 Вт/(м⋅К)]; червоної цегли [λ = 0,7 Вт/(м⋅К)]; пробки [λ =0,07 Вт/(м⋅К)].

Таблиця 2.35 – Вихідні данні для задачі 7.5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| *q*, Вт/м2 | 50 | 70 | 80 | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 | 170 | 200 |
| Матеріал стінки | латунь | червона цегла | пробка | латунь | червона цегла | пробка | латунь | червона цегла | пробка | латунь |

**Задача 7.6**. Плоска стінка бака площею 5 м2 покрита двошаровою тепловою ізоляцією. Стінка бака сталева, товщиною δ1 = 8мм із коефіцієнтом теплопровідності λ1 = 46,5 Вт/(м⋅К). Перший шар ізоляції виконаний з новоасбозуріту товщиною δ2 = 50 мм (λ2 = 0,144 + 0,00014⋅t). другий шар ізоляції товщиною δ3 = 10 мм являє собою вапняну штукатурку [λ3 = 0,698 Вт/(м⋅°С)]. Температура внутрішньої поверхні стінки бака tc1 = 250 °С и зовнішньої поверхні ізоляції tc4 = 50 °С. Обчислити кількість теплоти, переданої через стінку, температури на границях шарів ізоляції й побудувати графік розподілу температури.

**Задача 7.7.** Стіни сушильної камери виконані із шару червоної цегли товщиною δ1 (див. табл. 2.36) [λ1 = 0,7 Вт/(м⋅К)] із шару будівельної повсті [λ2=0,0465 Вт/(м⋅К)]. Обчислити температуру в площині зіткнення шарів і товщину повстяного шару за умови, що теплові втрати рівні 0.

Таблиця 2.36 – Вихідні данні для задачі 7.7 та 7.8

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| δ, мм | 250 | 120 | 150 | 100 | 220 | 210 | 200 | 170 | 210 | 280 |

**Задача 7.8**. Стінка неекранованої топкової камери парового котла виконана із шару піношамота (λ1 = 0,28 + 0,00023⋅t) товщиною δ1 (див. табл. 2.36) і шару червоної цегли (λ2 = 0,7 Вт/(м⋅К)) товщиною δ2 = 500 мм. Шари щільно прилягають один до одного. Температура на внутрішній поверхні топкової камери tc1 = 1100 °С, а на зовнішньої tc3 = 50 °С. Обчислити щільність теплового потоку й температуру в площині зіткнення шарів.

**Задача 7.9**. Нафтопровід із зовнішнім діаметром 1220 мм і товщиною стінки δтр = 10 мм [λтр = 55 Вт/(м⋅К)] має три шари ізоляції товщиною δ1 = 8 мм, δ2 = 12 мм, δ3 = 25 мм. Коефіцієнти теплопровідності ізоляції λ1 = 0,0035 Вт/(м⋅К), λ2 = 0,06 Вт/(м⋅К), λ3 = 0,12 Вт/(м⋅К). Температура на внутрішній поверхні труби tвн наведена в табл. 2.37, а на зовнішній поверхні ізоляції tзов = -5 °С. Визначити лінійну щільність теплового потоку.

Таблиця 2.37 – Вихідні данні для задачі 7.9

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| tвн, °С | 60 | 70 | 80 | 100 | 120 | 130 | 140 | 150 | 110 | 90 |

**Задача 7.10**. Залізо-бетонний димар [λ2 = 1,1 Вт/(м⋅К)] внутрішнім діаметром d2 = 800 мм і зовнішнім діаметром d3 = 1300 мм повинен бути футерований усередині вогнетривом [λ1 = 0,5 Вт/(м⋅К)]. Визначити товщину футеровки й температуру зовнішньої поверхні труби tс3 з умов, щоб теплові втрати з 1 м труби не перевищували 2000 Вт/м, а температура внутрішньої поверхні залізобетонної стінки tс2 не перевищувала 200 °С. В таблиці 2.38 наведена температура внутрішньої поверхні футеровки tс1.

Таблиця 2.38 Вихідні данні для задачі 7.10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| tс1, °С | 450 | 420 | 400 | 470 | 410 | 330 | 360 | 350 | 380 | 430 |

**Задача 7.11**. У приладі для визначення коефіцієнта теплопровідності рідин за методом «нагрітої нитки» до кільцевого зазору між платиновою ниткою й кварцовою трубкою залито випробуване трансформаторне масло. Діаметр і довжина платинової нитки d1 = 0,12 мм й *l* = 90 мм; внутрішній і зовнішній діаметри кварцової трубки d2 = 1 мм, d3 = 3 мм, коефіцієнт теплопровідності кварцу λкв = 1,4 Вт/(м⋅К). Обчислити коефіцієнт теплопровідності й середню температуру трансформаторного масла, якщо за витрати теплоти через кільцевий шар масла Q = 1,8 Вт, температура платинової нитки tс1 = 106,9 °С и температура зовнішньої поверхні кварцової трубки tс3 дана в табл. 2.39.

Таблиця 2.39 – Вихідні данні для задачі 7.11

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Варіант** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| tс3 , °С | 30,6 | 32,5 | 31,8 | 30,9 | 31,6 | 32 | 32,8 | 33,2 | 33 | 30,2 |