



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Московский технологический университет"

МИРЭА

Филиал МИРЭА в г. Фрязино

Кафедра №143 «Конструирование СВЧ и цифровых
радиоэлектронных средств»

ПРИНЯТО
на заседании кафедры №143
(протокол №
от «__» _____ 2016 г.)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ (_____)
«__» _____ 2016 г.

Н.В. ГАНЮШКИНА

ТЕПЛОФИЗИКА

Сборник задач по дисциплине «Теплофизика» для студентов направления подготовки
11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

1.

Определить потерю теплоты Q , Вт, через стенку из красного кирпича длиной $l=5$ м, высотой $h=4$ м и толщиной $\delta=0,250$ м, если температуры на поверхностях стенки поддерживаются $t_{c1}=110^\circ\text{C}$ и $t_{c2}=40^\circ\text{C}$. Коэффициент теплопроводности красного кирпича $\lambda=0,70$ Вт/(м \cdot °С).

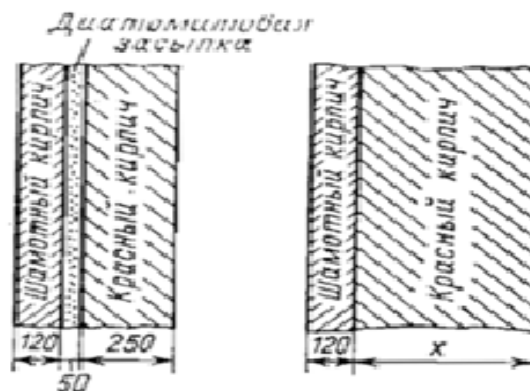
2.

Определить коэффициент теплопроводности материала стенки, если при толщине ее $\delta=40$ мм и разности температур на поверхностях $\Delta t=20^\circ\text{C}$ плотность теплового потока $q=145$ Вт/м 2 .

3.

Обмуровка печи состоит из слоев шамотного и красного кирпича, между которыми расположена засыпка из диатомита. Толщина шамотного слоя $\delta_1=120$ мм, диатомитовой засыпки $\delta_2=50$ мм и красного кирпича $\delta_3=250$ мм. Коэффициенты теплопроводности материалов соответственно равны:

$$\lambda_1 = 0,93; \lambda_2 = 0,13 \text{ и } \lambda_3 = 0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}.$$



Какой толщины следует сделать слой из красного кирпича δ_3 , если отказаться от применения засыпки из диатомита, чтобы тепловой поток через обмуровку оставался неизменным?

4.

Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной $\delta_1=250$ мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя $t_{c1}=110^\circ\text{C}$ и на внешней поверхности войлочного слоя $t_{c3}=25^\circ\text{C}$.

Коэффициент теплопроводности красного кирпича $\lambda_1=0,7$ Вт/(м \cdot °С) и строительного войлока $\lambda_2=0,0465$ Вт/(м \cdot °С).

Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м 2 стенки камеры не превышают $q=110$ Вт/м 2 .

5.

Определить тепловой поток через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной в два кирпича ($\delta=510 \text{ мм}$) с коэффициентом теплопроводности $\lambda=0,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$. Температура воздуха внутри помещения $t_{ж1}=18^\circ\text{С}$; коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1=7,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$; температура наружного воздуха $t_{ж2}=-30^\circ\text{С}$; коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2=20 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$. Вычислить также температуры на поверхностях стены t_{c1} и t_{c2} .

6.

Решить задачу 5, если стена покрыта снаружи слоем тепловой изоляции толщиной 50 мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{из}=0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$. Сравнить потери теплоты через изолированную и неизолированную стенки.

7.

Змеевики пароперегревателя выполнены из труб жароупорной стали диаметром $d_1/d_2=32/42 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda=14 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$. Температура внешней поверхности трубы $t_{c2}=580^\circ\text{С}$ и внутренней поверхности $t_{c1}=450^\circ\text{С}$.

Вычислить удельный тепловой поток через стенку на единицу длины трубы q_l , Вт/м.

8.

Стальной трубопровод диаметром $d_1/d_2=100/110 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1=50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины $\delta_2=\delta_3=50 \text{ мм}$. Температура внутренней поверхности трубы $t_{c1}=250^\circ\text{С}$ и наружной поверхности изоляции $t_{c4}=50^\circ\text{С}$ (рис. 1-10).

Определить потери теплоты через изоляцию с 1 м трубопровода и температуру на границе соприкосновения слоев изоляции, если первый слой изоляции, накладываемый на поверхность трубы, выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2=0,06 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$, а второй слой — из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_3=0,12 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$.

9.

Как изменятся тепловые потери с 1 м трубопровода, рассмотренного в задаче 1-24, если слои изоляции поменять местами, т. е. слой с большим коэффициентом теплопроводности наложить непосредственно на поверхность трубы? Все другие условия оставить без изменений.

10.

Трубопровод диаметром $d_1/d_2=44/51$ мм, по которому течет масло, покрыт слоем бетона толщиной $\delta_2=80$ мм. Коэффициент теплопроводности материала трубопровода $\lambda_1=50$ Вт/(м·°С); коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_2=1,28$ Вт/(м·°С). Средняя температура масла на рассматриваемом участке трубопровода $t_{ж1}=120^\circ\text{С}$, температура окружающего воздуха $t_{ж2}=20^\circ\text{С}$. Коэффициент теплоотдачи от масла к стенке $\alpha_1=100$ Вт/(м²·°С) и от поверхности бетона к воздуху $\alpha_2=10$ Вт/(м²·°С).

а) Определить потери теплоты с 1 м оголенного трубопровода и с трубопровода, покрытого бетоном.

б) Каким должен быть коэффициент теплопроводности изоляции, чтобы при любой ее толщине тепловые потери с 1 м изолированной трубы были не больше, чем для оголенного трубопровода?

11.

Электронпровод диаметром $d_1=1,5$ мм имеет температуру $t_{с1}=70^\circ\text{С}$ и охлаждается потоком воздуха, который имеет температуру $t_{ж}=15^\circ\text{С}$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности провода к воздуху $\alpha_1=16$ Вт/(м²·°С).

12.

Трубка из нержавеющей стали обогревается электрическим током путем непосредственного включения в электрическую цепь. Длина трубки $l=500$ мм, наружный и внутренний диаметры равны соответственно $d_2=12,4$ мм и $d_1=12$ мм.

Вся теплота, выделяемая в стенке трубки, отводится через внешнюю поверхность трубки.

Определить перепад температур в стенке и силу тока, пропускаемого по трубке, если тепловой поток, отводимый от внешней поверхности трубки, $Q=14$ кВт.

Удельное электрическое сопротивление и коэффициент теплопроводности материала трубки равны соответственно $\rho=0,85$ Ом×мм²/м и $\lambda=18,6$ Вт/(м·°С).

13.

Определить время τ , необходимое для нагрева листа стали толщиной $2\delta=24$ мм, который имел начальную температуру $t_0=25^\circ\text{С}$, а затем был помещен в печь с температурой $t_{ж}=600^\circ\text{С}$. Нагрев считать законченным, когда температура листа достигнет значения $t=450^\circ\text{С}$.

Коэффициент теплопроводности, теплоемкость и плотность стали равны соответственно $\lambda=45,4$ Вт/(м·°С); $c=0,502$ кДж/(кг·°С); $\rho=7800$ кг/м³, а коэффициент теплоотдачи к поверхности листа $\alpha=23,3$ Вт/(м²·°С).

14.

Определить время τ , необходимое для нагрева вала, если нагрев считается законченным, когда температура на оси вала $t_{r=0} = 800^\circ\text{C}$. Определить также температуру на поверхности вала $t_{r=r_0}$ в конце нагрева.

Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности стали равны соответственно $\lambda = 21 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$; $a = 6,11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$. Коэффициент теплоотдачи к поверхности вала $\alpha = 140 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$.

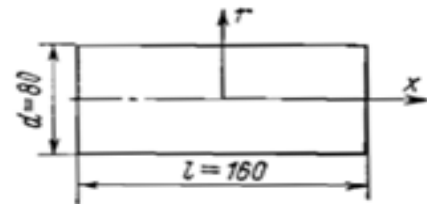
15.

Стальная болванка цилиндрической формы диаметром $d = 80 \text{ мм}$ и длиной $l = 160 \text{ мм}$ (рис. 2-7) в начальный момент времени была равномерно нагрета до температуры $t_c = 800^\circ\text{C}$. Болванка охлаждается на воздухе, который имеет температуру $t_{ж} = 30^\circ\text{C}$.

Определить температуру в центре болванки $t_{x=0; r=0}$ и в середине торцевой поверхности $t_{r=0; x=l/2}$ через $\tau = 30 \text{ мин}$ после начала охлаждения.

Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности стали равны соответственно: $\lambda = 23,3 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, $a = 6,11 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

Коэффициент теплоотдачи от поверхности болванки $\alpha = 118 \text{ Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$.



16.

При условиях охлаждения стальной болванки, рассмотренных в задаче 15, определить температуру в центре болванки и в середине торцевой поверхности, если ее размеры увеличены в 2 раза, т. е. $d = 160 \text{ мм}$ и $l = 320 \text{ мм}$, а все остальные условия остаются без изменений.

17.

Как изменится средний коэффициент теплоотдачи при вязкостном режиме течения жидкости в трубе, если скорость жидкости возрастет соответственно в 2 и 4 раза, а диаметр трубы, средняя температура жидкости и температура стенки останутся неизменными.

При расчете изменением значения поправки на участок стабилизации δ пренебречь.

18.

Как изменятся значения числа Nu и коэффициента теплоотдачи при вязкостном режиме течения жидкости в трубе, если диаметр трубы увеличить соответственно в 2 и 4 раза, сохранив среднюю температуру жидкости и температуру стенки постоянными: а) при постоянной скорости жидкости и б) при постоянном расходе жидкости.

При расчете изменением значения поправки на участок стабилизации δ пренебречь.

