

Индивидуальное задание №6

по курсу «Гидродинамика и теплообмен»

Теплопроводность

Вариант 1

1 Чтобы уменьшить до заданного значения тепловые потери с поверхности промышленного теплообменника, решили закупить тепловую изоляцию с $\lambda_1 = 0,2$ Вт/м·град. Оказалось, что на складе имеется изоляция, для которой $\lambda_2 = 0,1$ Вт/м·град, но она на 50 % дороже первой. Больше или меньше (и насколько) придется заплатить за вторую изоляцию?

2 Теплообменник пар-жидкость с площадью лицевой поверхности 3200 см^2 изготовлен из никеля толщиной $0,635$ см и покрыт со стороны пара слоем меди толщиной $0,12$ см. Сопротивление слоя накипи воды со стороны пара составляет $0,00176 \text{ м}^2 \cdot \text{град}/\text{Вт}$, а коэффициенты теплоотдачи от пара к стенке и от стенки к жидкости соответственно равны $5466 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$ и $614,1 \text{ Вт}/\text{м}^2 \cdot \text{град}$. Греющий пар имеет температуру 110°C , а подогретая жидкость 74°C . Определить: а) общую теплоотдачу от пара к жидкости; б) падение температуры в слое накипи. Коэффициенты теплопроводности меди и никеля принять соответственно равными $388,44 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$ и $58,85 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$.

3 Определить температуры на поверхности соприкосновения слоев стенки t_{w2} камеры сгорания жидкостного ракетного двигателя и на внешней поверхности t_{w3} , если диаметр камеры $d_1=190$ мм, толщина защитного покрытия $\delta_n=1$ мм и его коэффициент теплопроводности $\lambda_n=1,15 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$, а толщина основной стенки $\delta_w=2$ мм и ее коэффициент теплопроводности $\lambda_w=372 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. Удельный тепловой поток $q=407500 \text{ Вт}/\text{м}^2$, температура на поверхности покрытия со стороны камеры $t_{w1}=1200^\circ\text{C}$.

4 Угольный нагревательный элемент изготовлен в виде пластинки шириной $76,2$ см, толщиной $12,7$ мм и длиной $0,9$ м. Когда к концам пластинки приложено напряжение 12 В , ее поверхность равномерно нагревается до температуры 760°C . Какова температура в середине пластинки? Удельное электрическое сопротивление материала пластинки $0,44 \cdot 10^{-4} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, а коэффициент теплопроводности $5,0 \text{ Вт}/\text{м} \cdot \text{град}$. Указание: Рассмотреть распространение тепла только в направлении, перпендикулярном к наибольшим плоскостям пластинки.

Вариант 2

1 Определить поток тепла, проходящего через 1 м^2 стенки котла, если толщина ее $\delta_1 = 20 \text{ мм}$, коэффициент теплопроводности материала $\lambda_1 = 50 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и с внутренней стороны стенка покрыта слоем котельной накипи толщиной $\delta_2 = 2 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 1,0 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Температура наружной поверхности $t_1 = 250^\circ\text{C}$ и внутренней поверхности $t_3 = 200^\circ\text{C}$. Найдите также температуру на границе стенки и слоя накипи.

2 Теплообменник пар-жидкость с площадью лицевой поверхности 3200 см^2 изготовлен из никеля толщиной $0,635 \text{ см}$ и покрыт со стороны пара слоем меди толщиной $0,12 \text{ см}$. Сопротивление слоя накипи воды со стороны пара составляет $0,00176 \text{ м}^2\cdot\text{град/Вт}$, а коэффициенты теплоотдачи от пара к стенке и от стенки к жидкости соответственно равны $5466 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$ и $614,1 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$. Греющий пар имеет температуру 110°C , а подогретая жидкость 74°C . Определить: а) общую теплоотдачу от пара к жидкости; б) температуру границы раздела медь-никель. Коэффициенты теплопроводности меди и никеля принять соответственно равными $388,44 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и $58,85 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

3 Стальная труба диаметром $d_1/d_2 = 100/110 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda_1 = 58,15 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ покрыта изоляцией в два слоя одинаковой толщины $\delta_2 = \delta_3 = 50 \text{ мм}$. Температура внутренней поверхности трубы $t_{w1} = 250^\circ\text{C}$ и наружной поверхности изоляции $t_{w4} = 50^\circ\text{C}$. Определить потери тепла через изоляцию с 1 м длины трубы и температуру на границе соприкосновения слоев изоляции, если первый слой изоляции, накладываемый на поверхность трубы, выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_2 = 0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$, а второй слой – из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_3 = 0,14 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

4 Трубка из нержавеющей стали обогревается электрическим током путем непосредственного включения в электрическую цепь. Длина трубки $l = 500 \text{ мм}$, наружный и внутренний диаметры равны соответственно $d_2 = 12,4 \text{ мм}$ и $d_1 = 12,0 \text{ мм}$. Все тепло, выделенное 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 $Q = 13,96 \text{ кВт}$. Удельное электрическое сопротивление и коэффициент теплопроводности материала трубки равны соответственно $\rho = 0,85 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$ и $\lambda = 18,6 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

Вариант 3

1 Определить толщину тепловой изоляции δ , выполненной из: 1) альфоля; 2) шлаковой ваты. Удельные потери теплоты через изоляционный слой $q = 523 \text{ Вт/м}^2$, температуры его поверхности $t_{w1} = 700^\circ\text{C}$ и $t_{w2} = 40^\circ\text{C}$. Коэффициент теплопроводности альфоля $\lambda = 0,0302 + 0,000085 \cdot t$ и коэффициент теплопроводности шлаковой ваты $\lambda = 0,058 + 0,000145 \cdot t$. Здесь t – средняя температура изоляции в $^\circ\text{C}$.

2 В камере холодильника стены сделаны из пробковых плит толщиной 101,6 мм, заключенных между двумя деревянными стенками по 12,7 мм толщиной. Найти величину потерь тепла в Вт/м^2 , если температура поверхности стенки -12°C внутри камеры и $+21^\circ\text{C}$ снаружи. Кроме того, найти температуру на границе пробковой плиты с наружной стенкой. Принять: коэффициент теплопроводности пробковых плит равным $0,0415 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$; коэффициент теплопроводности деревянных стенок $0,1070 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

3 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 $\lambda_1 = 58,15 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_2 = 1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Средняя температура масла на рассматриваемом участке трубопровода $t_{f1} = 120^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_{f2} = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от масла к стенке $\alpha_2 = 116,3 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$ и от поверхности бетона к воздуху $\alpha_2 = 8,14 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$. Определить потери тепла с 1 м оголенного трубопровода и трубопровода, покрытого бетоном.

4 Электронагреватель выполнен из нихромовой проволоки диаметром $d = 2$ мм, длиной $l = 10$ м. Он обдувается холодным воздухом с температурой $t = 20^\circ\text{C}$. Вычислить тепловой поток с 1 м нагревателя, а также температуры на поверхности и на оси проволоки, если сила тока I , проходящего через нагреватель, составляет 25А. Удельное электрическое сопротивление нихрома $\rho = 1,1 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$, коэффициент теплопроводности нихрома $\lambda = 17,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и коэффициент теплоотдачи от поверхности нагревателя к воздуху $\alpha = 46,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$.

Вариант 4

1 Плоскую поверхность необходимо изолировать так, чтобы потери тепла не превышали 450 Вт/м^2 . Температура поверхности под изоляцией $t = 450 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура внешней поверхности $t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить толщину изоляции из совелита, для которого $\lambda = 0,09 + 8,74 \cdot 10^{-5} \cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

2 Вычислить тепловой поток через 1 м^2 чистой поверхности нагрева парового котла и температуры на поверхностях стенки, если заданы следующие величины: температуры дымовых газов $t_{ж1} = 1000 \text{ }^\circ\text{C}$, кипящей воды $t_{ж2} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$; коэффициенты теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1 = 100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{град)}$ и от стенки к кипящей воде $\alpha_2 = 5000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{град)}$. Коэффициент теплопроводности материала стенки $\lambda = 50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{град)}$ и толщина стенки $\delta = 12 \text{ мм}$.

3 Трубопровод диаметром $d_1/d_2=44/51 \text{ мм}$, по которому течет масло, покрыт слоем бетона толщиной $\delta_2 = 80 \text{ мм}$. Коэффициент теплопроводности материала трубопровода $\lambda_1 = 58,15 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Коэффициент теплопроводности бетона $\lambda_2 = 1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Средняя температура масла на рассматриваемом участке трубопровода $t_{f1}=120^\circ\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_{f2}=20^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от масла к стенке $\alpha_2 = 116,3 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$ и от поверхности бетона к воздуху $\alpha_2 = 8,14 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{град}$. Каким должен быть коэффициент теплопроводности изоляции, чтобы при любой ее толщине тепловые потери с 1 м длины трубы уменьшились.

4 Вычислить максимальное значение температуры тепловыделяющего элемента (ТВЭЛ) ядерного реактора, имеющего форму неограниченной плоской пластины. Производительность равномерно распределенных по объему пластины внутренних источников тепла $q_v = 90 \text{ МВт/м}^3$, температуры поверхности пластины равны $t_{w1} = 1500^\circ\text{C}$ и $t_{w2} = 2000^\circ\text{C}$, толщина пластины $\delta = 20 \text{ мм}$. Коэффициент теплопроводности материала пластины $\lambda = 17 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Также определить закон изменения температуры внутри пластины и расстояние x_0 от поверхности пластины с температурой t_{w1} до сечения, в котором $t = t_{\text{max}}$

Вариант 5

1 Плоская стенка выполнена из шамотного кирпича толщиной 250 мм. Температура ее поверхностей 1350°C и 50°C . Коэффициент теплопроводности шамотного кирпича является функцией от температуры $\lambda = 0,838 \cdot (1 + 0,0007t)$. Вычислить и изобразить в масштабе распределение температуры в стенке.

2 Определить тепловой поток через 1 м^2 кирпичной стены помещения толщиной в два кирпича ($\delta = 510 \text{ мм}$) с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,8 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$. стена покрыта снаружи слоем тепловой изоляции толщиной 50 мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}} = 0,08 \text{ Вт}/(\text{м} \times ^{\circ}\text{C})$. Температура воздуха внутри помещения $t_{\text{ж1}} = 18 ^{\circ}\text{C}$; коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности стенки $\alpha_1 = 7,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{град})$; температура наружного воздуха $t_{\text{ж2}} = -30 ^{\circ}\text{C}$; коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности стены, обдуваемой ветром, $\alpha_2 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{град})$. Вычислить также температуры на поверхностях стены t_{c1} и t_{c2} .

3 Змеевики пароперегревателя выполнены из труб жаропрочной стали диаметром $d_1/d_2=32/42 \text{ мм}$ с коэффициентом теплопроводности $\lambda=14 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$. Температура внешней поверхности трубы $t_{\text{w2}}=580^{\circ}\text{C}$, внутренней – $t_{\text{w1}}=450^{\circ}\text{C}$. Вычислить удельный тепловой поток через стенку на единицу длины трубы.

4 Найдите максимальную температуру в топливном (UO_2) сердечнике твэла (тепловыделяющего элемента) ядерного реактора. Сердечник радиусом 6 мм помещён в оболочку из циркония ($\lambda = 20 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$) толщиной 1 мм. Между сердечником и оболочкой имеется зазор толщиной 0,3 мм; заполненный гелием. Для гелия при $t = 670^{\circ}\text{C}$ $\lambda=0,35 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$. Оболочка снаружи омывается теплоносителем (водой), температура которого $t_{\text{ж}} = 250 ^{\circ}\text{C}$, а $\alpha = 30 \text{ кВт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$. Мощность источников теплоты $q_{\text{V}} = 2,8 \cdot 10^8 \text{ Вт}/\text{м}^3$.

Вариант 6

1 Плоская стенка бака площадью 5 м^2 покрыта тепловой изоляцией. Стенка бака стальная, толщиной 8 мм, с коэффициентом теплопроводности $46,5 \text{ Вт/(м·град)}$. Слой изоляции выполнен из новоасбозурита толщиной 50 мм, коэффициент теплопроводности которого определяется уравнением $\lambda_2 = 0,144 + 0,00014 t$. Температуры внутренней поверхности стенки бака 250°C и внешней поверхности изоляции 50°C . Вычислить количество теплоты, передаваемой через стенку, температуру на границе стенки и изоляции.

2 Температура воздуха в аудитории $t_1 = 20^\circ\text{C}$, а снаружи $t_2 = -10^\circ\text{C}$. Стена здания толщиной 650 мм выполнена из красного кирпича. Найдите тепловой поток через стену аудитории (стена без окон) площадью 30 м^2 , если известно, что $\alpha_1 = 5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$, а $\alpha_2 = 15 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Чему равны температуры на внутренней и наружной поверхностях стены?

3 Паропровод диаметром 150/160 мм покрыт слоем тепловой изоляции толщиной $\delta_{\text{из}}=100\text{мм}$. Коэффициенты теплопроводности стенок трубы $\lambda_1=50 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и изоляции $\lambda_2=0,08 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$. Температура на внутренней поверхности паропровода $t_{\text{w1}}=400^\circ\text{C}$ и на наружной поверхности изоляции $t_{\text{w3}}=50^\circ\text{C}$. Найти тепловые потери с 1 м паропровода и температуру на границе соприкосновения паропровода и изоляции t_{w2} .

4 По электрическому нагревателю, выполненному из константановой ленты сечением $1 \times 6 \text{ мм}^2$ и длиной 1 м протекает электрический ток 20 А. Падение напряжения на концах нагревателя 200 В. Определить температуру поверхности ленты и середины сечения по толщине, если коэффициент теплоотдачи на поверхности нагревателя $1000 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, температура среды 100°C , коэффициент теплопроводности константа $20 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Вариант 7

1 Плоская стенка бака площадью 5 м^2 покрыта двухслойной тепловой изоляцией. Стенка бака стальная, толщиной 8 мм, с коэффициентом теплопроводности $46,5 \text{ Вт/(м град)}$. Первый слой изоляции толщиной 50 мм имеет коэффициент теплопроводности $\lambda_2 = 0,144 \text{ Вт/(м град)}$. Второй слой изоляции толщиной 10 мм представляет собой штукатурку (известковую), коэффициент теплопроводности которой $\lambda_3 = 0,698 \text{ Вт/(м град)}$. Температуры внутренней поверхности стенки бака 250°C и внешней поверхности изоляции 50°C . Вычислить количество теплоты, передаваемой через стенку, температуры на границах слоев изоляции.

2 Температура внешней металлической поверхности сушильной камеры $t_1 = 150 \text{ }^\circ\text{C}$. Сушильная камера изолирована матами из минеральной стекловаты. Толщина мата равна 60 мм. Температура воздуха в помещении $t_2 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$ и коэффициент теплоотдачи $\alpha_2 = 10 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Найдите температуру наружной поверхности тепловой изоляции.

3 Стальная труба с внутренним диаметром 146 мм и наружным 168 мм покрыта 10 – сантиметровым слоем изоляции из 85% магнезии. Температура внутренней поверхности трубы 246°C , а температура наружной поверхности изоляции 38°C . Вычислить величину потерь тепла на 1м длины трубы и температуру на границе между трубой и изоляцией. Принять коэффициенты теплопроводности стали и магнезии соответственно равными $44,78 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$ и $0,066 \text{ Вт/м}\cdot\text{град}$.

4 Тепловыделяющий элемент выполнен из урана ($\lambda=31 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) в форме трубы с внутренним диаметром $d_1=16 \text{ мм}$, наружным $d_2=26 \text{ мм}$. Объемная плотность тепловыделения $q_v=5\cdot 10^7 \text{ Вт/м}^3$. Поверхности ТВЭЛа покрыты плотно прилегающими оболочками из нержавеющей стали ($\lambda_c=21 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$) толщиной $\delta=0,5 \text{ мм}$. ТВЭЛ охлаждается двуокисью углерода (CO_2) по внутренней и наружной поверхностям оболочек с $t_{ж1}=200^\circ\text{C}$ и $t_{ж2}=240^\circ\text{C}$. Коэффициенты теплоотдачи от поверхностей оболочек к газу $\alpha_1=520 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$, $\alpha_2=560 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Определить максимальную температуру ТВЭЛа, температуры на поверхностях оболочек и на поверхностях урана.

Вариант 8

1 Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной 250 мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя 110°C и на внешней поверхности войлочного слоя 25°C . Коэффициент теплопроводности красного кирпича $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$ и строительного войлока $0,0465 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$. Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры не превышают $10 \text{ Вт}/\text{м}^2$.

2 Стенка промышленной нагревательной печи состоит из трех слоев. Первый слой — плотный шамотный кирпич толщиной 250 мм; второй слой — легковесный шамотный кирпич толщиной 500 мм. Максимальная температура в первом слое равна 800°C . Третий слой — тепловая изоляция (шлаковая вата). На внешней поверхности третьего слоя температура равна 50°C . Температура воздуха в помещении $t_{\text{ж}2} = 30^{\circ}\text{C}$, а $\alpha_2 = \text{Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{град})$. Чему равна толщина слоя шлаковой ваты?

3 Внутренняя поверхность сферической железной оболочки с внутренним радиусом 150 мм поддерживается при постоянной температуре 49°C . Определить максимальное количество тепла, которое может передаваться такой сфере от омывающей ее воды при 100°C при условии, что коэффициент теплоотдачи вода-стенка равен $567,8 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{град}$. Коэффициент теплопроводности железной оболочки принять равным $62,34 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$.

4 Тепловыделяющий элемент выполнен из урана ($\lambda=31 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$) в форме трубы с внутренним диаметром $d_1=16 \text{ мм}$, наружным $d_2=26 \text{ мм}$. Объемная плотность тепловыделения $q_v=5\cdot 10^7 \text{ Вт}/\text{м}^3$. Поверхности ТВЭЛа покрыты плотно прилегающими оболочками из нержавеющей стали ($\lambda_c=21 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{К}$) толщиной $\delta=0,5 \text{ мм}$. ТВЭЛ охлаждается двуокисью углерода (CO_2) по внутренней и наружной поверхностям оболочек с $t_{\text{ж}1}=200^{\circ}\text{C}$ и $t_{\text{ж}2}=240^{\circ}\text{C}$. Коэффициенты теплоотдачи от поверхностей оболочек к газу $\alpha_1=520 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$, $\alpha_2=560 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{К}$. Определить потоки тепла, отводимые от поверхности ТВЭЛа в расчете на длину $l=1 \text{ м}$.

Вариант 9

1 Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной 250 мм и слоя строительного войлока толщиной 20 мм. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя 110°C и на внешней поверхности войлочного слоя 25°C . Коэффициент теплопроводности красного кирпича $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$ и строительного войлока $0,0465 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{град})$. Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и тепловые потери через 1 м^2 стенки камеры.

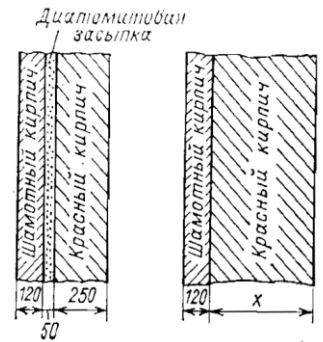
2 Плоская стенка (коэффициент теплопроводности $\lambda = 11,6 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$, толщина $\delta = 0,005 \text{ м}$) омывается с одной стороны горячими газами с температурой $t_{\text{г1}} = 2000^{\circ}\text{C}$, а с другой стороны охлаждается водой с $t_{\text{в2}} = 27^{\circ}\text{C}$. Коэффициенты теплоотдачи от газа к стенке $\alpha_1 = 467 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{град}$, от стенки к воде $\alpha_2 = 3500 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{град}$. Определить удельный тепловой поток и температуры стенки t_{w1} , t_{w2} .

3 По трубопроводу диаметром 170/185 мм, проложенному на открытом воздухе, протекает вода со средней температурой $t_{\text{ж1}} = 95^{\circ}\text{C}$, температура окружающего воздуха $t_{\text{ж2}} = -18^{\circ}\text{C}$. Трубопровод, покрыт слоем изоляции толщиной 70 мм с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{из}} = 0,116 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$. Определить потерю теплоты с 1 м длины трубопровода и температуры на внутренней и внешней поверхностях, если коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda = 58,15 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$, коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы $\alpha_1 = 1395 \text{ Вт}/\text{м}\cdot\text{град}$, а коэффициент теплоотдачи поверхности изоляции к окружающей среде $\alpha_2 = 9,3 \text{ Вт}/\text{м}^2\cdot\text{град}$.

4 Электропровод диаметром $d_1 = 1,5 \text{ мм}$ имеет температуру $t_{\text{с1}} = 70^{\circ}\text{C}$ и охлаждается потоком воздуха, который имеет температуру $t_{\text{ж}} = 15^{\circ}\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности провода к воздуху $\alpha_1 = 16 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$. Определить температуру стенки $t_{\text{с1}}$, которую будет иметь провод, если покрыть его каучуковой изоляцией толщиной $d = 2 \text{ мм}$, а силу тока в проводе сохранить без изменений. Коэффициент теплопроводности каучука $\lambda = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \times \text{К})$. Коэффициент теплоотдачи от поверхности изоляции к потоку воздуха $\alpha_2 = 8,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$.

Вариант 10

1 Обмуровка печи состоит из слоев шамотного кирпича, между которыми расположена засыпка из диатомита. Толщина шамотного слоя $\delta_1=120$ мм, диатомитовой засыпки $\delta_2=55$ мм и красного кирпича $\delta_3=250$ мм. Коэффициенты теплопроводности материалов соответственно равны: $\lambda_1 = 0,94$ Вт/(м·К), $\lambda_2 = 0,13$ Вт/(м·К), $\lambda_3 = 0,7$ Вт/(м·К). Какой толщины следует сделать слой из красного кирпича δ_3 , если отказаться от применения засыпки из диатомита, чтобы тепловой поток, через обмуровку оставался неизменным



2 Вычислить тепловой поток q Вт/м² через 1 м² чистой поверхности нагрева парового котла и температуры на поверхностях стенки, если заданы следующие величины: температура дымовых газов $t_{f1}=1000^\circ\text{C}$, температура кипящей воды $t_{f2}=200^\circ\text{C}$, коэффициент теплоотдачи от газов к стенке $\alpha_1=116,3$ Вт/м²·град и от стенки к кипящей воде $\alpha_2=5815$ Вт/м²·град. Коэффициент теплопроводности материала стенки $\lambda = 58,15$ Вт/м·град и толщина стенки $\delta = 12$ мм.

3 Шаровой реактор, внутренний диаметр которого $d_1 = 1$ м, имеет общую толщину стенки и слоя изоляции $\delta = 65$ мм с эквивалентным коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{экв}} = 1,047$ Вт/м·град. Определить удельную тепловую нагрузку внутренней и наружной поверхностей стенки реактора, если температура внутренней поверхности стенки $t_{w1} = 160^\circ\text{C}$, а внешней $t_{w2} = 60^\circ\text{C}$.

4 Электропровод диаметром $d_1 = 1,5$ мм имеет температуру $t_{c1}=70^\circ\text{C}$ и охлаждается потоком воздуха, который имеет температуру $t_{\text{ж}} = 15^\circ\text{C}$. Определить толщину каучуковой изоляции на электропроводе, при которой можно пропустить через провод наибольший ток при неизменной температуре провода $t_{c1} = 70^\circ\text{C}$.