Контрольная работа 2. Задача 1.

Плоская стальная стенка толщиной δ_1 ($\lambda_1 = 40$ Вт/м·К) с одной стороны омывается газами, при этом коэффициент теплоотдачи равен α_1. С другой стороны, стенка изолирована от окружающего воздуха плотно прилегающей к ней пластиной толщиной δ_2 ($\lambda_2 = 40$ Вт/м·К). Коэффициент теплоотдачи от пластины к воздуху равен α_2. Определить тепловой поток q_1 Вт/м^2 и температуры t_1, t_2 и t_3 поверхностей стенок, если температура продуктов сгорания $t_г$, а воздуха - $t_в$.

Исходные данные:

Вариант	**δ_1,** мм	**α_1,** Вт/(м^2·К)	**$t_г$,** ˚С	**δ_2 ,** мм	**α_2,** Вт/(м^2·К)	**$t_в$,** ˚С
00	**5**	**35**	**350**	**10**	**5**	**30**

Решение:

Определяем термические сопротивления компонентов составной теплопроводящей системы.

Термическое сопротивление теплоотдачи при теплообмене между средой и стенкой ищем по формуле:

$$R_{\alpha i} = \frac{1}{\alpha_i} \qquad (1)$$

где α_i −коэффициент теплоотдачи от среды, которая соприкасается со стенкой, Вт/(м^2·К).

Термическое сопротивление стенки находим по формуле:

$$R_{ст i} = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \qquad (2)$$

где δ_i −толщина стенки, м;

λ_i −коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м·К).

Термическое сопротивление теплоотдачи от газа к стенке по (1):

$$R_1 = \frac{1}{35} = 0{,}02857 \quad м^2·К/Вт$$

Термическое сопротивление стальной стенки по (2):

$$R_{ст1} = \frac{0{,}005}{40} = 0{,}00013 \quad м^2·К/Вт$$

Термическое сопротивление пластины по (2):

$$R_{ст2} = \frac{0{,}01}{40} = 0{,}00025 \quad м^2·К/Вт$$

UNISOLVER.ru

Термическое сопротивление теплоотдачи от пластины к окружающему воздуху:

$$R_2 = \frac{1}{5} = 0{,}2 \quad м^2 \cdot К/Вт$$

Термическое сопротивление составной теплопроводящей системы R:

$$R = R_1 + R_{ст1} + R_{ст2} + R_2$$

$$R = 0{,}02857 + 0{,}00013 + 0{,}00025 + 0{,}2 = 0{,}22895 \ м^2 \cdot К/Вт$$

Коэффициент теплопередачи от газов к воздуху К:

$$K = \frac{1}{R}$$

$$К = \frac{1}{0{,}22895} = 4{,}37 \quad Вт/м^2 \cdot К$$

Плотность теплового потока q:

$$q = K(t_г - t_в)$$

$$q = 4{,}37 \cdot (350 - 30) = 1398 \ Вт/м^2$$

Определяем температуры стенок:

Температура стальной стенки с левой стороны:

$$t_1 = t_г - q \cdot R_1 = 350 - 1398 \cdot 0{,}02857 = 310{,}1 \ ^\circ C$$

Температура между стальной стенкой и пластиной:

$$t_2 = t_1 - q \cdot R_{ст1} = 310{,}1 - 1398 \cdot 0{,}00013 = 309{,}9 \ ^\circ C$$

Температура на наружной стороне пластины:

$$t_3 = t_2 - q \cdot R_{ст2} = 309{,}9 - 1398 \cdot 0{,}00025 = 309{,}5 \ ^\circ C$$

Температура окружающего воздуха (для проверки расчетов):

$$t_в = t_3 - q \cdot R_2 = 309{,}5 - 1398 \cdot 0{,}2 = 30{,}0 \ ^\circ C$$

Схематический график распределения температур в составной стенке изображен на Рис. 1.1.

Ответ: $q = 1398$ Вт/м^2; $t_1 = 310{,}1$ ˚С; $t_2 = 309{,}9$ ˚С; $t_3 = 309{,}5$ ˚С

UNISOLVER.ru

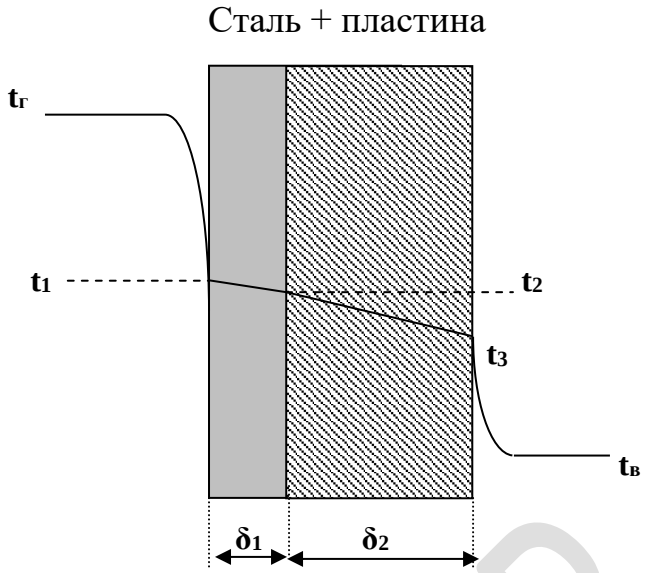

Рис. 1.1. Эпюра распределения температур в составной стенке.

UNISOLVER.ru