

**Национальный исследовательский университет "МЭИ"**  
**Кафедра теоретических основ теплотехники им. М.П. Вукаловича**  
**Расчётное задание № 1 по курсу «Тепломассообмен»**

Группа ТФ-13-22

Студент: Сучков Артемий

**Задача 1.**

В три стальные трубы ( $d_2 \times \delta = 120 \times 4$  мм), расположенные на открытом воздухе с температурой  $2^\circ\text{C}$  поступает горячая вода при температуре  $160^\circ\text{C}$  и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 5 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности  $0,055 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на  $60^\circ\text{C}$ . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности  $1,1 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  и из трубы без изоляции если они имеют ту же длину, что и первая труба. Расчет провести с учетом потерь тепла в окружающую среду совместно конвекцией и излучением. Для всех трех труб принять излучательную способность поверхности материала  $\epsilon=0,8$ , коэффициент теплоотдачи  $12,2 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен  $12,2 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Построить графики  $t_{\text{ж}}(x)$ ,  $q_{\text{л}}(x)$ ,  $q_{\text{с}}(x)$  для обоих способов расчета. Сравнить тепловой поток потерь трубопроводов  $Q$  для обоих способов расчета.

**Указания:**

1. Решить задачу используя формулу Шухова ( $\Delta t_x = \Delta t_0 e^{-kmF_x}$ ) и по алгоритму решения задачи 3 гл. 2 учебника [1].
2. Свойства воды выбирать при средней температуре воды.
3. Проанализировать результаты с точки зрения эффективности работы изоляции труб.

Литература к задаче 1

1. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ, 2008.

**Задача 2.**

Масло марки мк, протекая через бак с расходом  $0,8 \text{ т/ч}$ , нагревается в нём от температуры  $25^\circ\text{C}$  до температуры  $60^\circ\text{C}$ . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости  $0,9$ , который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости  $0,25$  при давлении  $P = 11$  бар, смонтированных внутри бака. Для снижения тепловых потерь бак покрыт слоем тепловой изоляции. Требуется определить величину поверхности змеевиков  $F_1, \text{ м}^2$ , и расход греющего пара  $G_1, \text{ кг/с}$ . Для расчёта заданы следующие величины: коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней стенке поверхности змеевиков  $8 \text{ кВт/(м}^2 \text{ К)}$ ; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу  $90 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ ; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака  $70 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ ; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху  $14 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ ; температура окружающего воздуха  $20^\circ\text{C}$ ; толщина стенки бака  $4 \text{ мм}$ ; толщина изоляции бака  $0,05 \text{ м}$ ; поверхность бака  $6 \text{ м}^2$ . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) пенолит. **Тепловые потери определить как при постоянной теплопроводности изоляции, используя температуру окружающего воздуха, так и с учетом её зависимости от температуры. Сравнить результаты.** Термическим сопротивлением стенки змеевиков пренебречь, изменением внешней поверхности бака из-за его изоляции пренебречь, применить формулы для теплопередачи через плоскую стенку.

**Задача 3.**

Цилиндрическую заготовку радиусом  $r=0,16 \text{ м}$  и длиной  $L=400 \text{ мм}$ , с начальной температурой  $t_0=750^\circ\text{C}$  поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости  $t_{\text{ж}}=25^\circ\text{C}$ , в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи  $\alpha=80 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$ . Свойства материала заготовки: марка - Силумин, плотность -  $2659 \text{ кг/м}^3$ , удельная теплоёмкость -  $871 \text{ Дж/(кг К)}$ , теплопроводность -  $164 \text{ Вт/(м К)}$ .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса  $r$  (мм) и линейной координаты  $x$  (мм) в момент времени  $\tau_1=1,2$  мин от начала охлаждения, результаты вычислений свести в таблицы, построить графики  $t(x, 0, \tau_1)$ ,  $t(x, r_0, \tau_1)$ ,  $t(0, r, \tau_1)$ ,  $t(L/2, r, \tau_1)$ .

Рассчитать температуру в центре цилиндра и на глубине  $0,2d$  от поверхности как функцию времени; для стадии регулярного режима охлаждения вычислить, имитируя эксперимент, темп охлаждения цилиндра и температуропроводность материала заготовки.

Вычислить количество теплоты, отданной цилиндром за время охлаждения от его начала, до момента  $\tau_1$ .

Дата выдачи: 3 ноя. 24 г.

Подпись преподавателя

Срок сдачи работы в конце 14- недели