

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Маркаров Марк

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 130 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 10°C поступает горячая вода при температуре 110°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 21 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,045$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 30°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,1$ Вт/м·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 $9,6$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $9,6$ Вт/м²·К. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_L(x)$, $q_c(x)$ для обеих способов расчета. Сравнить тепловой поток потерь трубопроводов Q для обеих 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 мс-20, протекая через бак с расходом $0,2$ кг/с, нагревается в нём от температуры 40°C до температуры 110°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,9$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0 при давлении $P = 6$ мпа, смонтированных внутри бака. Для снижения тепловых потерь бак покрыт слоем тепловой изоляции. Требуется определить величину поверхности змеевиков F_1 , м², и расход греющего пара G_1 , кг/с. Для расчёта заданы следующие величины: коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней стенке поверхности змеевиков 5200 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 110 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 60 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 11 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 18°C ; толщина стенки бака 5 мм; толщина изоляции бака 20 см; поверхность бака 5 м². Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) миканит. **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 диаметром $d = 420$ мм и длиной $L = 38$ см, с начальной температурой $t_0 = 600^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 70$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Сталь 1Сг, плотность - 7865 кг/м³, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К), теплопроводность - 61 Вт/(м К).

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 5,8$ 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 τ_1 .

Дата выдачи: 3 ноя. 24 г.

Подпись преподавателя

Срок сдачи работы в конце 14- недели

Требования к расчету:

1. Если расчет или построение графиков выполняется в программе, то кроме файла PDF присылаете оригинальный файл программы, в котором делался расчет. Без файла источника, расчет не принимается.
2. Четко указывать источник данных! Если таблица Александрова, то указывать данные справочника, какая таблица и на какой странице!, если таблица из Цветкова, то указывать какая именно! Если калькулятор WSP, то указать что из WSP и версию программы. Источник из интернета, не допускается. **Если нужно найти свойства воды не при температуре насыщения использовать таблицу из Цветкова для воды нельзя!**
3. В задаче 3 для неупорядоченной стадии использовать 7 слагаемых в уравнение. Корни находятся графическим методом. В расчете отобразить скриншот, как был найден 7 корень! Расчет корней с использованием функций допускается, только для уточнения значения. Для функции необходимо указать интервал, в котором ищется корень с диапазоном не более 0,01. При определении корня на графике увеличить область графика поиска корня, чтобы получить точность 0,001, и записать корень. **Использование функций для интерполяции в широком диапазоне не допускается.**
4. Вы можете воспользоваться функциями интерполирования Mathcad или найти значений в калькуляторе WSP, для нахождения значений свойств, но вы должны вручную присвоить значение переменным. В расчете никаких интерполяционных функций, а уж тем более функций WSP не должно быть!!! Если увижу в расчете, что вы присваиваете значение переменной с использованием функции из пакета WSP (например: $t = \text{wspTSP}(p1)$ или $\text{wspTSP}(p1) =$), сразу **считаю задачу невыполненной и ставлю в БАРС 2!!!**
5. Если требуется уточнить решение методом подбора, то он осуществляется вручную! Вы должны записать не менее 2-х итераций! Поясните, почему вы берете именно эти значения для последующих итераций. Особенно если они отличаются от значений, найденных на предыдущем шаге.
6. Расчёт должен быть сделан Вами! Если вы присылаете мне вариант, в котором вы только подставили свое значение, не проверив весь расчет на наличие ошибок и неточностей, то такая задача не принимается и возвращается с пометкой «Переделать». Повторная проверка расчета будет не ранее чем через неделю.
7. Для получения положительной оценки должны быть сделаны все 3 задачи.

Пояснения к задачам:

Задача 1: значения для каждой из $t_{ж}(x)$, $q_L(x)$, $q_c(x)$ рассчитанные по обоим алгоритмам наносятся на один график.

Задача 2: теплопроводность материала стенки бака всегда зависит от температуры. Если вашего материала теплоизоляции нет в задачнике Цветков Ф.Ф., то ищем его в файле «Таблица теплопроводности». В данном файле значения коэффициента теплопроводности приведены для двух температур 20 и 50°C. Используя данные температуры и значение коэффициента теплопроводности находите константы линейного уравнения.

Задача 3: для нерегулярной стадии считать сумму из 7 слагаемых. Считать, что распределение температуры не зависит от координаты только при $Bi < 0,01$. **Не допускается автоматический расчет корней характеристического уравнения.** При построении графика для стадии регулярного режима и определении по графику коэффициента температуропроводности мы эмулируем эксперимент. Поэтому данные для расчета берем не из функций, которые использовались для построения, а с графика и вводим в ручную. Обосновать почему вы используете выбранный диапазон. Интервал для расчета брать вблизи перехода из неупорядоченной стадии в стадию регулярного режима. **Брать времена подобные 30000 с не допускается.**