

### **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.**

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

Группа ТФ-11-22

Студент: Григорьев Кирилл

**Задача 1.**

В три стальные трубы ( $d_2 \times \delta = 140 \times 4$  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 5,2 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности  $0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на  $70^\circ\text{C}$ . 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  $11 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен  $11 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Построить графики  $t_{\text{ж}}(x)$ ,  $q_L(x)$ ,  $q_c(x)$  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  $0,16 \text{ кг/с}$ , нагревается в нём от температуры  $35^\circ\text{C}$  до температуры  $80^\circ\text{C}$ . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости  $0,9$ , который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости  $0,2$  при давлении  $P = 6$  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  $7500 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу  $117 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака  $50 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху  $15 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ; температура окружающего воздуха  $10^\circ\text{C}$ ; толщина стенки бака  $6 \text{ мм}$ ; толщина изоляции бака  $15 \text{ мм}$ ; поверхность бака  $10 \text{ м}^2$ . Бак изготовлен из стали марки 15, 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  $d=330 \text{ мм}$  и длиной  $L=0,4 \text{ м}$ , 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  $\alpha=70 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Свойства материала заготовки: марка - Силумин, плотность -  $2,659 \text{ г/см}^3$ , удельная теплоёмкость -  $871 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ , теплопроводность -  $164 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса  $r$  (мм) и линейной координаты  $x$  (мм) в момент времени  $\tau_1=1,3$  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**