

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. Расчет 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-13-22

Студент: Алекбаров Иван

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 100 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 5°C поступает горячая вода при температуре 100°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,2 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности 0,05 Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 20°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности 1,28 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи 12,8 Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен 12,8 Вт/м²·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 кг/с, нагревается в нём от температуры 40°C до температуры 60°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,8, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,2 при давлении $P = 2,7$ бар, 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 117 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 54 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 9 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 27°C ; толщина стенки бака 5 мм; толщина изоляции бака 15 мм; поверхность бака 5 м². Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) диатомит молотый. **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 $d=100$ мм и длиной $L=0,12$ м, с начальной температурой $t_0=800^\circ\text{C}$ поместили в охлаждаемый бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=25^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=70$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Сталь 10Ст, плотность - 7785 кг/м³, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К), теплопроводность - 31 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 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. Расчет 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-13-22

Студент: Бадретдинов Виктор

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 80 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 10°C поступает горячая вода при температуре 110°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,3 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 45 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 25°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 45 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $12,9 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $12,9 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 мс-20, протекая через бак с расходом $1,1 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 30°C до температуры 80°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,9, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,1 при давлении $P = 5 \text{ мПа}$, 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 $6 \text{ кВт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $120 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $88 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $12 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 22°C ; толщина стенки бака 4 мм; толщина изоляции бака 2 см; поверхность бака 6 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, 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 $r = 0,21 \text{ м}$ и длиной $L = 38 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0 = 600^\circ\text{C}$ поместили в охлаждающий бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}} = 18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 90 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 1Сг, плотность - 7865 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $61 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 5,8$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Богатырев Андрей

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 110 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 0°C поступает горячая вода при температуре 120°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,15 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. 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 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $14,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $14,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом $0,25 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 20°C до температуры 100°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,85$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,15$ при давлении $P = 2000 \text{ мм.рт.ст.}$, смонтированных внутри бака. Для снижения тепловых потерь бак покрыт слоем тепловой изоляции. Требуется определить величину поверхности змеевиков F_1 , м^2 , и расход греющего пара G_1 , кг/с . Для расчёта заданы следующие величины: коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней стенке поверхности змеевиков $7000 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $100 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $70 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $10 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; температура окружающего воздуха 25°C ; толщина стенки бака 6 мм ; толщина изоляции бака $0,1 \text{ м}$; поверхность бака 10 м^2 . Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) шлаковая вата. **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 $d=33 \text{ см}$ и длиной $L=350 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0=700^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=80 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 5Сг, плотность - $7,833 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К) , теплопроводность - 40 Вт/(м К) .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=6 \text{ мин}$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Богданова Елизавета

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 120 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -5°C поступает горячая вода при температуре 130°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,72 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 35 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,055 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 35°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 35 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,9 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $9,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $9,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 мк, протекая через бак с расходом $0,8 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 10°C до температуры 50°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,75$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,25$ при давлении $P = 5$ 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 $8 \text{ кВт/м}^2\cdot\text{К}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $90 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $80 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $11 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$; температура окружающего воздуха 20°C ; толщина стенки бака 7 мм ; толщина изоляции бака $0,05 \text{ м}$; поверхность бака 12 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) асбестовый шнур. **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 $r = 0,1 \text{ м}$ и длиной $L = 230 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0 = 450^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 15^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 100 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 15Cr10Ni, плотность - $7,865 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $19 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 4,8$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Гаврюшенко Илья

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 90 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -10°C поступает горячая вода при температуре 140°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 24 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,045 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $20 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $20 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 мс-20, протекая через бак с расходом $0,2 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 15°C до температуры 60°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,7$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0 при давлении $P = 2 \text{ мПа}$, 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 $6500 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $110 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $60 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $8 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; температура окружающего воздуха 18°C ; толщина стенки бака 5 мм ; толщина изоляции бака 20 см ; поверхность бака 5 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) стекловата. **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 $d=300 \text{ мм}$ и длиной $L=34 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0=550^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=90 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 20Cr15Ni, плотность - 7833 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К) , теплопроводность - $15,1 \text{ Вт/(м К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=10,8 \text{ мин}$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Глаголев Ян

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 150 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -15°C поступает горячая вода при температуре 150°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 20 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 25 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,035$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 55°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 25 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,28$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $12,8$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $12,8$ Вт/м²·К. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом 1 т/ч, нагревается в нём от температуры 25°C до температуры 70°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,8, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,05 при давлении $P = 2250$ мм.рт.ст, 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 4 кВт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 130 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 50 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 14 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 15°C ; толщина стенки бака 4 мм; толщина изоляции бака 60 мм; поверхность бака 6 м². Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) шлак доменный. **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 $r = 40$ см и длиной $L = 0,6$ м, с начальной температурой $t_0 = 650^\circ\text{C}$ поместили в охлаждающий бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 80$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Дюралюминий, плотность - 2787 кг/м³, удельная теплоёмкость - 833 Дж/(кг К), теплопроводность - 164 Вт/(м К).

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 5$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Гогиначвили Анна

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 140 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 2°C поступает горячая вода при температуре 160°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°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°C до температуры 80°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 , м^2 , и расход греющего пара G_1 , 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°C ; толщина стенки бака 6 мм ; толщина изоляции бака 15 мм ; поверхность бака 10 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 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. Расчет 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-13-22

Студент: Голов Ярослав

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 130 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -4°C поступает горячая вода при температуре 170°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 3,8 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, 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 $t_{\text{ж}}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 мс-20, протекая через бак с расходом $1,1 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 45°C до температуры 90°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,85$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,1$ при давлении $P = 3 \text{ мПа}$, 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 $7 \text{ кВт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $120 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $60 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $14 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; температура окружающего воздуха 22°C ; толщина стенки бака 7 мм ; толщина изоляции бака 2 см ; поверхность бака 12 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) войлок шерстяной. **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 $r = 0,1 \text{ м}$ и длиной $L = 25 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0 = 780^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}} = 30^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 60 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Железо 0,5С, плотность - $7,849 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К) , теплопроводность - 59 Вт/(м К) .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 2,8 \text{ мин}$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Григоров Никита

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 70 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -12°C поступает горячая вода при температуре 180°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 4,8 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 60°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,9 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $12 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $12 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом $0,25 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 40°C до температуры 100°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,75$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,15$ при давлении $P = 3000 \text{ мм.рт.ст.}$, смонтированных внутри бака. Для снижения тепловых потерь бак покрыт слоем тепловой изоляции. Требуется определить величину поверхности змеевиков F_1 , м^2 , и расход греющего пара G_1 , кг/с . Для расчёта заданы следующие величины: коэффициент теплоотдачи от пара к внутренней стенке поверхности змеевиков $6500 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $100 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $80 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $8 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; температура окружающего воздуха 25°C ; толщина стенки бака 5 мм ; толщина изоляции бака $0,1 \text{ м}$; поверхность бака 5 м^2 . Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) керамзит. **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 $d=20 \text{ см}$ и длиной $L=140 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0=400^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=15^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=150 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Чугун, плотность - 7272 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - 420 Дж/(кг К) , теплопроводность - 52 Вт/(м К) .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=1,4$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Дубишкин Дмитрий

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 100 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 8°C поступает горячая вода при температуре 190°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 10 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 80°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $18,8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $18,8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 30°C до температуры 110°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,7$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,25$ при давлении $P = 7$ 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 $11 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; температура окружающего воздуха 20°C ; толщина стенки бака 4 мм ; толщина изоляции бака $0,05 \text{ м}$; поверхность бака 6 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) пеногипс. **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 $r = 0,1 \text{ м}$ и длиной $L = 250 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0 = 500^\circ\text{C}$ поместили в охлаждаемый бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}} = 18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 140 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Алюминиевая бронза, плотность - 8666 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - 410 Дж/(кг К) , теплопроводность - 83 Вт/(м К) .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 1,6$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Жаркова Анна

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 80 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 6°C поступает горячая вода при температуре 200°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 12 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,045 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $14,2 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $14,2 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 мс-20, протекая через бак с расходом $0,2 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 20°C до температуры 50°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,8$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0 при давлении $P = 4 \text{ мПа}$, 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 $7000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $110 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $88 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $10 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 18°C ; толщина стенки бака 6 мм ; толщина изоляции бака 20 см ; поверхность бака 10 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) диатомит молотый. **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 $d=120 \text{ мм}$ и длиной $L=14 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0=600^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж}=20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=130 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Бронза, плотность - $8,666 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - $343 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $26 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=1,8 \text{ мин}$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Заварницын Данил

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 110 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -8°C поступает горячая вода при температуре 210°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 18 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,035$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 60°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $11,6$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $11,6$ Вт/м²·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 трансформаторное, протекая через бак с расходом 1 т/ч, нагревается в нём от температуры 10°C до температуры 60°C . Грееющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,9, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,05 при давлении $P = 3750$ мм.рт.ст, 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 6 кВт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 130 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 55 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 12 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 15°C ; толщина стенки бака 7 мм; толщина изоляции бака 60 мм; поверхность бака 12 м². Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) зонолит. **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 $r = 6,5$ см и длиной $L = 0,15$ м, с начальной температурой $t_0 = 700^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}} = 25^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 120$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Константан, плотность - $8,922$ г/см³, удельная теплоёмкость - 410 Дж/(кг К), теплопроводность - $22,7$ Вт/(м К).

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 2$ 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 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. Расчет 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-13-22

Студент: Кастрикин Иван

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 120 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -6°C поступает горячая вода при температуре 220°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 1,8 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 80°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,4 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $15,6 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $15,6 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 $0,16 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 15°C до температуры 70°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,85$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,2$ при давлении $P = 8$ 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 $5000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $117 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $54 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 10°C ; толщина стенки бака 5 мм ; толщина изоляции бака 15 мм ; поверхность бака 5 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) шлаковая вата. **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 $d=300 \text{ мм}$ и длиной $L=0,25 \text{ м}$, с начальной температурой $t_0=800^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=30^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=110 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Латунь, плотность - 8522 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - $385 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $111 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=2,2$ 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 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Ланин Илья

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 90 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -2°C поступает горячая вода при температуре 230°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 4,4 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,9 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $9,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $9,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 $1,1 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 25°C до температуры 80°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,75$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,1$ при давлении $P = 5 \text{ мПа}$, 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 $4 \text{ кВт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $120 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $88 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $15 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; температура окружающего воздуха 22°C ; толщина стенки бака 4 мм ; толщина изоляции бака 2 см ; поверхность бака 6 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) асбестовый шнур. **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 $r = 0,075 \text{ м}$ и длиной $L = 17 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0 = 450^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 140 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Нейзильбер, плотность - 8618 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - 394 Дж/(кг К) , теплопроводность - $24,9 \text{ Вт/(м К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 2,4$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Лебединский Леонид

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 150 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 4°C поступает горячая вода при температуре 240°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 3,7 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 60°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $13 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $13 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом $0,25 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 35°C до температуры 90°C . Грееющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,7$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,15$ при давлении $P = 4500 \text{ мм.рт.ст.}$, 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 $6500 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $100 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$; 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 25°C ; толщина стенки бака 6 мм ; толщина изоляции бака $0,1 \text{ м}$; поверхность бака 10 м^2 . Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) стекловата. **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 $d=22 \text{ см}$ и длиной $L=200 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0=550^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=130 \text{ Вт/(м}^2\text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Томпак, плотность - $8,714 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - 385 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 $\tau_1=2,6$ 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! Поясняйте, 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-13-22

Студент: Лобанов Павел

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 140 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 5°C поступает горячая вода при температуре 250°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 15 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 80°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $12,8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $12,8 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 $0,8 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 45°C до температуры 100°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,8$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,25$ при давлении $P = 9$ 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 $80 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $8 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$; температура окружающего воздуха 20°C ; толщина стенки бака 7 мм ; толщина изоляции бака $0,05 \text{ м}$; поверхность бака 12 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) шлак доменный. **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 $r = 0,095 \text{ м}$ и длиной $L = 190 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0 = 650^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 25^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 120 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 1В, плотность - $7,913 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - 448 Дж/(кг К) , теплопроводность - 66 Вт/(м К) .

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 2,2$ 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 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. Расчет 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-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. Расчет 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-13-22

Студент: Мартиросян Микаэл

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 70 \times 4$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 0°C поступает горячая вода при температуре 120°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 13 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,035$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,4$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $18,7$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $18,7$ Вт/м²·К. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом 1 т/ч, нагревается в нём от температуры 30°C до температуры 100°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,85, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,05 при давлении $P = 6000$ мм.рт.ст, 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 6 кВт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 130 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 50 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 10 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 15°C ; толщина стенки бака 4 мм; толщина изоляции бака 60 мм; поверхность бака 6 м². Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) войлок шерстяной. **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 $r = 16,5$ см и длиной $L = 0,35$ м, с начальной температурой $t_0 = 700^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 90$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Сталь 5Cr, плотность - 7833 кг/м³, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К), теплопроводность - 40 Вт/(м К).

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 6$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Мутовалов Вячеслав

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 100 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -5°C поступает горячая вода при температуре 130°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,8 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 50°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 30 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,9 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $11,3 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $11,3 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 20°C до температуры 90°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,75$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,2$ при давлении $P = 10$ 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 $7000 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; 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 $12 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 10°C ; толщина стенки бака 6 мм ; толщина изоляции бака 15 мм ; поверхность бака 10 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) керамзит. **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 $d=200$ мм и длиной $L=0,23$ м, с начальной температурой $t_0=450^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=15^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=80 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 15Cr10Ni, плотность - $7,865 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $19 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=4,8$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Павлов Илья

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 80 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -10°C поступает горячая вода при температуре 140°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 1,2 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,04 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. 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 $1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $16,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $16,7 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 мс-20, протекая через бак с расходом $1,1 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 10°C до температуры 80°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,7$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,1$ при давлении $P = 7 \text{ мПа}$, 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 $7 \text{ кВт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $120 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $60 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 22°C ; толщина стенки бака 7 мм ; толщина изоляции бака 2 см ; поверхность бака 12 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) пеногипс. **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 $r = 0,15 \text{ м}$ и длиной $L = 34 \text{ см}$, с начальной температурой $t_0 = 550^\circ\text{C}$ поместили в охлаждаемый бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}} = 18^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Сталь 20Cr15Ni, плотность - $7,833 \text{ г/см}^3$, удельная теплоёмкость - $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $15,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 10,8 \text{ мин}$ 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Сватков Вячеслав

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 110 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -15°C поступает горячая вода при температуре 150°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 2,2 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,03 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,28 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $13,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $13,5 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом $0,25 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 15°C до температуры 70°C . Грееющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,8$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,15$ при давлении $P = 7500 \text{ мм.рт.ст.}$, 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 $6500 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $100 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $80 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $15 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 25°C ; толщина стенки бака 5 мм ; толщина изоляции бака $0,1 \text{ м}$; поверхность бака 5 м^2 . Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) диатомит молотый. **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 $d=50 \text{ см}$ и длиной $L=450 \text{ мм}$, с начальной температурой $t_0=650^\circ\text{C}$ поместили в охладительный бассейн с температурой жидкости $t_{\text{ж}}=20^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=90 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Дюралюминий, плотность - 2787 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - $833 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, 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 $\tau_1=3 \text{ мин}$ 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.**

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°C поступает горячая вода при температуре 160°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°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 $\varepsilon = 0,8$, 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 $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 $0,8 \text{ т/ч}$, нагревается в нём от температуры 25°C до температуры 60°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°C ; толщина стенки бака 4 мм ; толщина изоляции бака $0,05 \text{ м}$; поверхность бака 6 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 охлаждаемый бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 25^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 80 \text{ Вт/(м}^2 \text{ К)}$. Свойства материала заготовки: марка - Силумин, плотность - 2659 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - 871 Дж/(кг К) , теплопроводность - 164 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 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.**

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Трейер Илья

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 90 \times 5$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -4°C поступает горячая вода при температуре 170°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 4,8 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 20 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,045$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 80°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 20 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,4$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $21,5$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $21,5$ Вт/м²·К. Построить графики $t_{ж}(x)$, $q_l(x)$, $q_c(x)$ 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 мс-20, протекая через бак с расходом $0,2$ кг/с, нагревается в нём от температуры 35°C до температуры 80°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,85$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0 при давлении $P = 8$ 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 5000 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 110 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 88 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 8 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 18°C ; толщина стенки бака 6 мм; толщина изоляции бака 20 см; поверхность бака 10 м². Бак изготовлен из стали марки 30, для тепловой изоляции использован(а) шлаковая вата. **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 $d=220$ мм и длиной $L=21$ см, с начальной температурой $t_0=780^\circ\text{C}$ поместили в охлаждающий бассейн с температурой жидкости $t_{ж}=30^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha=70$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Железо 0,5С, плотность - $7,849$ г/см³, удельная теплоёмкость - 460 Дж/(кг К), теплопроводность - 59 Вт/(м К).

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

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

Группа ТФ-13-22

Студент: Филаков Андрей

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 150 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой -12°C поступает горячая вода при температуре 180°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 16 км/ч. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,035$ Вт/м·К. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 40°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 50 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,9$ 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 $7,2$ Вт/м²·К. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $7,2$ 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 трансформаторное, протекая через бак с расходом 1 т/ч, нагревается в нём от температуры 45°C до температуры 100°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости 0,75, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости 0,05 при давлении $P = 9000$ мм.рт.ст, 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 6 кВт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу 130 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака 55 Вт/(м² К); коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху 11 Вт/(м² К); температура окружающего воздуха 15°C ; толщина стенки бака 7 мм; толщина изоляции бака 60 мм; поверхность бака 12 м². Бак изготовлен из стали марки нержавеющая, для тепловой изоляции использован(а) асбестовый шнур. **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 $r = 7,5$ см и длиной $L = 0,2$ м, с начальной температурой $t_0 = 400^\circ\text{C}$ поместили в охлаждающий бассейн с температурой жидкости $t_{ж} = 15^\circ\text{C}$, в котором она начала охлаждаться при постоянном коэффициенте теплоотдачи $\alpha = 60$ Вт/(м² К). Свойства материала заготовки: марка - Чугун, плотность - $7,272$ г/см³, удельная теплоёмкость - 420 Дж/(кг К), теплопроводность - 52 Вт/(м К).

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1 = 1,4$ 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. Расчет 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-13-22

Студент: Фомин Дмитрий

Задача 1.

В три стальные трубы ($d_2 \times \delta = 140 \times 3$ мм), расположенные на открытом воздухе с температурой 5°C поступает горячая вода при температуре 190°C и давлении 5 МПа, которая движется со скоростью 0,2 м/с. Первая труба покрыта слоем минеральной ваты толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $0,05 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$. Определить длину трубы если на выходе из нее температура воды уменьшилась на 60°C . Определить температуры воды на выходе из трубы покрытую слоем бетона толщиной 40 мм имеющая коэффициент теплопроводности $1,5 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ 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 $\varepsilon = 0,8$, коэффициент теплоотдачи $13,6 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней стороне трубы равен $13,6 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$. 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 $0,16 \text{ кг/с}$, нагревается в нём от температуры 40°C до температуры 60°C . Греющим теплоносителем является водяной пар, имеющий начальную степень сухости $0,7$, который конденсируется в горизонтальных змеевиках до степени сухости $0,1$ при давлении $P = 2,7$ 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 $5200 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от наружной стенки поверхности змеевиков к маслу $117 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от масла к стенкам бака $54 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; коэффициент теплоотдачи от изоляции бака к воздуху $9 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$; температура окружающего воздуха 27°C ; толщина стенки бака 5 мм ; толщина изоляции бака 15 мм ; поверхность бака 5 м^2 . Бак изготовлен из стали марки 15, для тепловой изоляции использован(а) диатомит молотый. **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 $d=100 \text{ мм}$ и длиной $L=0,12 \text{ м}$, с начальной температурой $t_0=800^\circ\text{C}$ 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 - Сталь 10Ст, плотность - 7785 кг/м^3 , удельная теплоёмкость - $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$, теплопроводность - $31 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$.

Рассчитать температурное поле в цилиндре как функцию радиуса r (мм) и линейной координаты x (мм) в момент времени $\tau_1=1,2$ 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 τ_1 .

Дата выдачи: 3 ноя. 24 г.

Подпись преподавателя

Срок сдачи работы в конце 14- недели