***Теоретические вопросы.***

*1. Дайте понятие температурного поля. Назовите характеристики температурного поля. Приведите примеры.*

Процессы теплопроводности принято описывать с помощью температурных полей T(x,y,z,t). [T]= градус Кельвина(Цельсия). Поле температур обладает свойствами скалярного поля, т.е линии равной температуры не могут пересекаться. Процессы теплопроводности могут протекать только если есть неравномерность в распределении температур. Мерой неравномерности является gradT. В соответствии с приближением феноменологической теории считается, что поле температур является непрерывной функцией (имеет производную в каждой точке). Поля температур могут быть как стационарными, так и не стационарными. Пример: распределение температуры по толщине стенки, обогреваемой с одного конца и охлаждаемой с другого.

*11. Сформулируйте закон теплоотдачи Ньютона-Рихмана. Дайте пояснение к величинам, входящим в аналитическое выражение закона; приведите размерности величин.*

Тепловой поток , проходящий через единицу поверхности охлаждаемого жидкостью(газом) тела, пропорционален разности температур стенки и жидкости(газа) , помноженной на коэффициент теплоотдачи .

*22. Что такое критический диаметр изоляции? В каких случаях диаметр наружного слоя изоляции не должен превышать критический диаметр?*

На примере критического диаметра изоляции стенки трубы(граничные условия третьего рода).

Линейный тепловой поток

Термическое сопротивление зависит от внешнего диаметра изоляции d2, причем имеет минимум. Точке, в которой достигается минимальное термическое сопротивление, соответствует критический диаметр d2кр. При увеличении внешнего диаметра изоляции до величины, равной d2кр, теплоотдача улучшается (теплоизоляция становится менее эффективной). Физически, при увеличении внешнего диаметра изоляции начинают действовать два противоборствующих процесса: ухудшение теплоотдачи за счет увеличения толщины слоя плохо проводящего вещества, и улучшение теплоотдачи за счет увеличения площади поверхности теплосъема. То бишь для наиболее лучшей теплоотдачи, слой изоляции(например электрических проводов), должен иметь внешний диаметр d2кр.

Найдем значение d2кр из условий экстремума функции:

*33. Покажите, к какому виду приводится оператор Лапласа в случае одномерного плоского, одномерного цилиндрического и одномерного сферического полей.*

Общий вид стационарного уравнения теплопроводности:

Для одномерного плоского поля:

Для одномерного цилиндрического:

Для сферического поля:

*44. Объясните влияние числа Фурье на величину перепада температур между центром и поверхностью тела в условиях нестационарного нагрева.*

Число Фурье

При увеличении числа Фурье разность температур стенка-центр уменьшается.

***Задачи.***

*1. Определить потери тепла через кирпичную стенку толщиной 250 мм, высотой 3 м и шириной 1.8 м со средний коэффициентом теплопроводности 0.6 , если температура на внутренней и наружной поверхностях соответственно равна 170 и 55 .*

Согласно закону Био-Фурье, тепловой поток на единицу поверхности, равен:

Для случая плоской геометрии (пластина, стенка) градиент можно заменить на производную:

T1, T2-температуры стенок, - толщина пластины. R – термическое сопротивление пластины.

Потеря тепла:

*11. Труба с наружным диаметром 30 мм покрыта слоем изоляции толщиной 50 мм с коэффициентом теплопроводности 0.07 . Температура трубы 180 , окружающей среды 20 . Определить температуру поверхности изоляционного слоя, если коэффициент теплоотдачи к окружающей среде равен 12*

Линейный тепловой поток

Для слоя изоляции

Для границы изоляция – окружающая среда

Откуда

*22. Графитовый стержень диаметром 2 см нагрет проходящим электрическим током. Сила тока 300 А, на среднем участке стержня длиной 10 см падение напряжения равно 1 В. Определить среднюю объемную плотность выделяющегося в секунду джоулева тепла, а также разность температур на оси и поверхности графитового стержня, если его коэффициент теплопроводности равен 50 ..*

По закону Ома, электрическое сопротивление стержня:

Связь удельного электрического сопротивления, с полным:

Объемная плотность выделившегося теплового потока:

Уравнение теплопроводности для стержня с внутренним тепловыделением имеет следующий вид:

*33. Стальной вал диаметром 600 мм охлаждается в среде с постоянной температурой . Температура вала до начала охлаждения была 600 . Коэффициент теплоотдачи в процессе охлаждения вала оставался постоянным и равным 140 . Коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость соответственно равны 55 . и 0,44 плотность стали 7840 . Определить количество тепла, выделившееся при охлаждении на участке 1 пог.м вала за 2 часа.*

Определение начальной мощности:

Определение конечной мощности*:*

По определению, числа Био и Фурье для цилиндра:

Для исходных данных:

Избыточная температура:

Находим избыточную температуру на поверхности цилиндра при фиксированных значениях чисел Био и Фурье по таблицам из справочника (Лыков А.В. «Теория теплопроводности», изд. «Высшая школа»,1967г, стр. 246-249):

Конечная мощность:

Найдем примерную зависимость мощности от времени. Пусть

Выделившееся тепло*:*