

ПРИЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ В КОНВЕКТИВНОМ ТЕПЛООБМЕНЕ

**Средняя температура.
Определяющая температура.
Эквивалентный диаметр.**

Во все формулы для определения величины теплового потока входит значение температуры жидкости, которая в большинстве случаев распределяется неравномерно как по сечению канала, так и по его длине. В связи с этим в технических расчетах под температурой жидкости понимают среднюю температуру потока, которая определяется следующим образом.

Через элементарную площадку dF в единицу времени поток жидкости dG переносит теплоту

$$dQ = c_p t dG = c_p t r w dF$$

Количество теплоты, переносимое через данное сечение в единицу времени:

$$Q = \int_F c_p t r w dF$$

Разделив полученное выражение на $\int_F c_p r w dF$, получим среднее значение температуры по сечению (среднее по энтальпии жидкости)

$$t_{cp} = \frac{\int c_p t r w dF}{\int_F c_p r w dF} \quad (6.1)$$

Во многих случаях зависимостью c_p и ρ от температуры можно пренебречь, тогда уравнение (6.1) примет вид

$$t_{cp} = \frac{\int_F t w dF}{\int_F w dF} = \frac{1}{L} \int_F t w dF \quad (6.2)$$

где F – площадь поперечного сечения канала, м^2 ; t – температура в каждом элементе сечения, град; $L = \int_F w dF$ – объемный расход жидкости, $\text{м}^3/\text{сек}$; w – скорость жидкости в каждом элементе dF .

Если скорость жидкости по сечению канала постоянна или равна нулю, то уравнение (6.2) примет вид

$$t_{cp} = \frac{1}{F} \int_F t dF$$

Если температура потока жидкости изменяется не только по сечению, но и по длине канала, то необходимо производить её усреднение также и вдоль течения жидкости.

Если средняя температура стенки t_{cm} , средняя температура жидкости у входа в канал t' , а у выхода t'' , причём для случая охлаждения жидкости $t' > t'' > t_{cm}$, тогда усредненная температура потока по длине канала:

$$t_{жс} = t_{cm} + \Delta t_{cp} = t_{cm} + \frac{(t' - t_{cm}) - (t'' - t_{cm})}{\ln \frac{t' - t_{cm}}{t'' - t_{cm}}} \quad (6.3a)$$

При нагревании жидкости $t' < t'' < t_{cm}$, тогда

$$t_{ж} = t_{cm} - \Delta t_{cp} = t_{cm} - \frac{(t_{cm} - t') - (t_{cm} - t'')}{\ln \frac{t_{cm} - t'}{t_{cm} - t''}} \quad (6.36).$$

Для простейших случаев, когда температура потока изменяется в небольших пределах, среднюю температуру можно определить как среднеарифметическую из крайних значений

$$t_{жс} = 0,5(t' + t'') \quad (6.4)$$

Во всех ниже приведенных уравнениях подобия для определения коэффициента теплоотдачи всегда применяют среднюю скорость жидкости

$$w_{cp} = \frac{1}{F} \int_F w dF = \frac{L}{F} \quad (6.5)$$

Физические параметры капельных жидкостей и газов изменяются с изменением температуры. Поэтому при обработке опытных данных за определяющую температуру (при которой берутся значения физических величин) принимают среднюю температуру потока $t_{ж}$ или стенки t_{cm} или среднюю температуру пограничного слоя

$$t_{п.сл.} = 0,5(t_{cm} + t_{ж}).$$

При решении задач по определению коэффициента теплоотдачи всегда следует обращать внимание на то, какая температура для данного уравнения подобия принималась за определяющую.

В некоторые числа подобия входит линейный размер, причем берут тот размер, которым определяется развитие процесса.

Для труб круглого сечения таким определяющим линейным размером является внутренний диаметр трубы.

Для каналов некруглого сечения вместо диаметра берется так называемый *эквивалентный диаметр*

$$d_{\text{экв}} = 4f / P ,$$

где f – площадь поперечного сечения канала; P – полный (смоченный) периметр сечения.

При поперечном обтекании трубы и пучка труб за определяющий размер берется наружный диаметр трубы; при обтекании плиты – её длина по направлению движения потока.

При использовании уравнений подобия всегда нужно обращать внимание на то, какой размер введён в числа подобия в виде определяющего.