

Условия подобия физических процессов

Система безразмерных дифференциальных уравнений, так же как и исходная система размерных уравнений, описывает бесконечное множество конкретных процессов конвективного теплообмена.

Те явления природы, которые описываются одинаковыми по форме записи дифференциальными уравнениями, но различны по своему физическому содержанию, называются *аналогичными*.

Дифференциальные уравнения отражают наиболее общие черты явлений *и не учитывают частные, количественные особенности*. Такими особенностями являются *форма и размеры системы*; к частным особенностям относятся *физические свойства рабочих тел*, условия протекания процесса на границах системы и др.

Условия подобия физических процессов:

1. Подобные процессы должны быть качественно одинаковыми, т.е. они должны иметь одинаковую физическую природу и описываться одинаковыми по форме записи дифференциальными уравнениями.

2. Условия однозначности подобных процессов должны быть одинаковыми во всем, кроме числовых значений размерных постоянных, содержащихся в этих условиях.

3. Одноименные определяющие безразмерные переменные подобных процессов должны иметь одинаковое числовое значение.

По первому условию (*Подобные процессы должны быть качественно одинаковыми, т.е. они должны иметь одинаковую физическую природу и описываться одинаковыми по форме записи дифференциальными уравнениями*):

При рассмотрении свободного движения в большом объеме можно пренебречь градиентом давления в жидкости. Исключение градиента давления из уравнения движения приводит к иной записи уравнения, меняется класс рассматриваемого явления.

Таким образом, отдельные разновидности процессов конвективного теплообмена могут описываться различными дифференциальными уравнениями (хотя они были частными случаями более общих уравнений), и в этом случае они будут принадлежать к различным классам явлений.

По второму условию (*Условия однозначности подобных процессов должны быть одинаковыми во всем, кроме числовых значений размерных постоянных, содержащихся в этих условиях*):

Запись условий однозначности подобных процессов в общем (буквенном) виде должна быть идентична. При этом конкретные значения скорости набегающего потока W_0 , температура стенки t_c и т.д. могут иметь различные числовые значения. Из сравнения граничных условий (вопрос №14) видно, что, несмотря на различные значения W_0, t_0, t_c и др., *безразмерные граничные условия будут одинаковыми для всех этих процессов.*

Следовательно, подобные процессы описываются одинаковыми (тождественными) безразмерными дифференциальными уравнениями и безразмерными граничными условиями, например

$$Nu = f_1(X_c, Re, Pr) \text{ или } \Theta = f_2(X, Y, Re, Pr) \text{ и т.д.}$$

функция f_1 будет одна и та же для всех подобных процессов. То же самое можно сказать и о функции f_2 и т.д.

По третьему условию (одноименные определяющие безразмерные переменные подобных процессов должны иметь одинаковое числовое значение):

Пример

$X = \text{idem}$, $Y = \text{idem}$, $Re = \text{idem}$, $Pr = \text{idem}$, $Gr = \text{idem}$ и т.п.

Т.к. подобные процессы характеризуются одинаковыми функциями f_1, f_2, \dots и численно равными определяющими переменными, то одноименные *определяемые* переменные также будут иметь одинаковые значения, т.е.

$Nu = \text{idem}$, $\Theta = \text{idem}$, $W_x = \text{idem}$, $W_y = \text{idem}$ и т.д.