**Методы подобия и размерности в механике 7М05405-Механика и энергетика Лекция 6 Краткий конспект 6**

**Лекция 6. Подобие гидродинамических процессов. Критерии подобия**

Метод подобия используется при изучении многих физических и технических вопросов, в частности, при моделировании действительных, «натуральных» процессов в лабораторных условиях. Результаты лабораторного моделирования могут быть использованы для проектирования реальных объектов.

Рассмотрим условия подобия двух изотермических ламинарных потоков вязких несжимаемых жидкостей с различными плотностями и вязкостями. Следуя только что указанному приему сравнения безразмерных дифференциальных уравнений и соответствующих им граничных и начальных условий, приведем уравнения Навье-Стокса движения вязкой несжимаемой жидкости к безразмерному виду. В частности, введем безразмерные переменные

, (1)

где, , , и – масштабы, соответственно, времени, длин (в частности, координат), скоростей, давлений и объемных сил.

Уравнение Навье-Стокса в этих безразмерных переменных будет иметь вид (индекс штрих опущен)1

(2)

Где – число Струхала, – число Фруда, – число Эйлера, – число Рейнольдса.

Предположим, что два в общем случае нестационарных потоков вязкой несжимаемой жидкости подобны между собой. В этом случае сами безразмерные уравнения Навье-Стокса, а также соответствующие безразмерные граничные и начальные условия должны быть одинаковыми для обоих сравниваемых между собою движений. Из условий подобия явлений следует, что для совпадения дифференциальных уравнений остается потребовать, чтобы были одинаковыми числа подобия, т.е. и .

Числа подобия, составленные только из тех масштабов сравниваемых потоков и физических констант среды, которые содержатся в постановке задачи о гидродинамическом процессе, называются критериями подобия. Критериев подобия меньше, чем чисел подобия для соответствующего класса течений

(3)

Nак как не все масштабные величины, введенные при составлении безразмерных уравнений, граничных и начальных условий, могут быть заданы наперед.

***Пример 1.*** Рассмотрим задачу об определении сопротивления цилиндра диаметра d набегающему на него однородному потоку вязкой несжимаемой жидкости с кинематическим коэффициентом вязкости , плотностью и постоянной скоростью в предположении, что движение стационарно, а объемных сил нет. Тогда среди необходимых условий подобия (3) остаются два:

.

Число Рейнольдса является здесь критерием подобия, так как содержит заданные наперед масштабы: скоростей - длины – d и также заданную физическую константу . Сила сопротивления может быть определена только после решения задачи обтекания цилиндра потоком жидкости, так как она определяется через силу давления потока на поверхность и силы трения жидкости о поверхность цилиндра. Число Эйлера, содержащее в своем составе масштаб неизвестного давления, не может при этом критерием подобия, а будет функцией критерия – числа Рейнольдса.

Коэффициент сопротивления единицы длины цилиндра

где - площадь миделевого сечения цилиндра, играет роль числа Эйлера (так ) давления) и зависит от числа Рейнольдса, т.е. .