

ДРЕЙФ ВСПЛЫВАЮЩИХ МНОГОГРАННИКОВ

Л. Н. Буркова, К. А. Рыбкин

Пермский государственный национальный исследовательский университет,
614990, Пермь, Букирева, 15

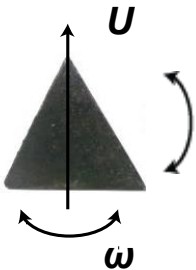
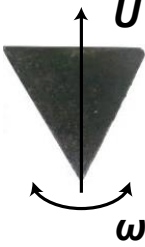

Работы по исследованию обтекания твердого тела проводятся на протяжении долгого времени. Рассмотрено множество задач, когда на закрепленное тело набегают поток жидкости. Обтекаемые тела имели самую различную форму, начиная с цилиндра в плоской тонкой ячейке, заканчивая обтеканием куба, покоящегося на плоской поверхности [1-3]. Но, в случае дрейфа тел, ситуация иная, нет общей концепции поведения тел различной формы в жидкости.

В работе [4] экспериментально исследовался дрейф твердых тел, таких как: сфера, двухосные и трехосные эллипсоиды. Проведено сравнение траекторий всплытия тетраэдра, куба и додекаэдра [5], показаны, особенности изменения траектории тела от количества углов. Причины подобного поведения не были определены.

Цель данной работы – обосновать различие траекторий всплытия правильных многогранников.

Задача решалась численно и экспериментально. В ходе экспериментального исследования изучались спектральные характеристики, найдены коэффициенты сопротивления формы для свободных тел и тел движущихся по нити. Обнаружено, что от способа запуска тела зависит скорость движения и коэффициент сопротивления формы, а так же, что при свободном движении тело разворачивается той стороной, для которой коэффициент сопротивления максимален.

Таблица 1. Скорость и коэффициент сопротивления форм для различных экспериментов

	Свободное тело	Плоскостью к потоку	Углом к потоку
			
$v, \text{ м/с}$	35	34	45
C_d	1,2	1,3	0,8

В ходе численного исследования, тела жестко закреплялись, и изучалось их обтекание, при этом рассматривались спектры подъемных сил и сил сопротивления, действующих на неподвижное в жидкости тело. Далее тело освобождалось – добавлялась вращательная степень свободы, и вновь изу-

чались спектры сил. В результате численного моделирования, определено влияние вращений на спектральные характеристики – частоты колебаний сил сдвигаются в область больших частот (Рис. 1).

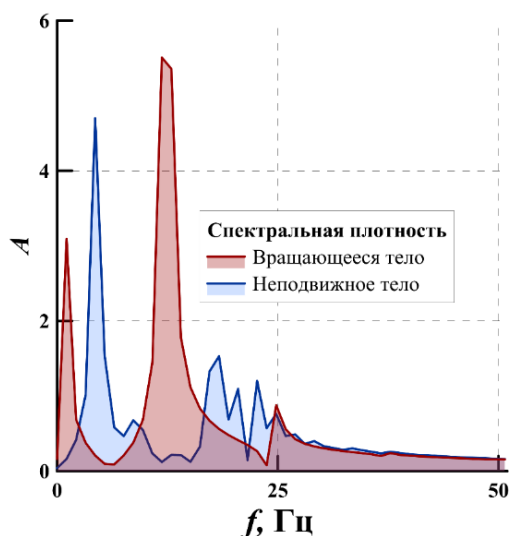


Рис. 1. Спектральные плотности для вращающегося и неподвижного тела

Все закрепленные тела, при численном моделировании, располагались плоскостью к потоку, т. к. многогранники при свободном всплывании основную часть траектории проходят в этом состоянии. При обтекании вращающихся тел, установленных углом к потоку, при наличии наклона, начиная с нескольких градусов, происходил разворот объекта плоскостью к потоку, и в этом положении наблюдались колебания (Рис. 2 б). Поведение вращающегося объекта находится в зависимости от заданного момента инерции. Кроме того, проведены расчеты, в которых была найдена зависимость числа Струхала от момента инерции (Рис. 2 а). Обнаружено, как влияет изменение момента инерции на поведение тела с двумя степенями свободы.

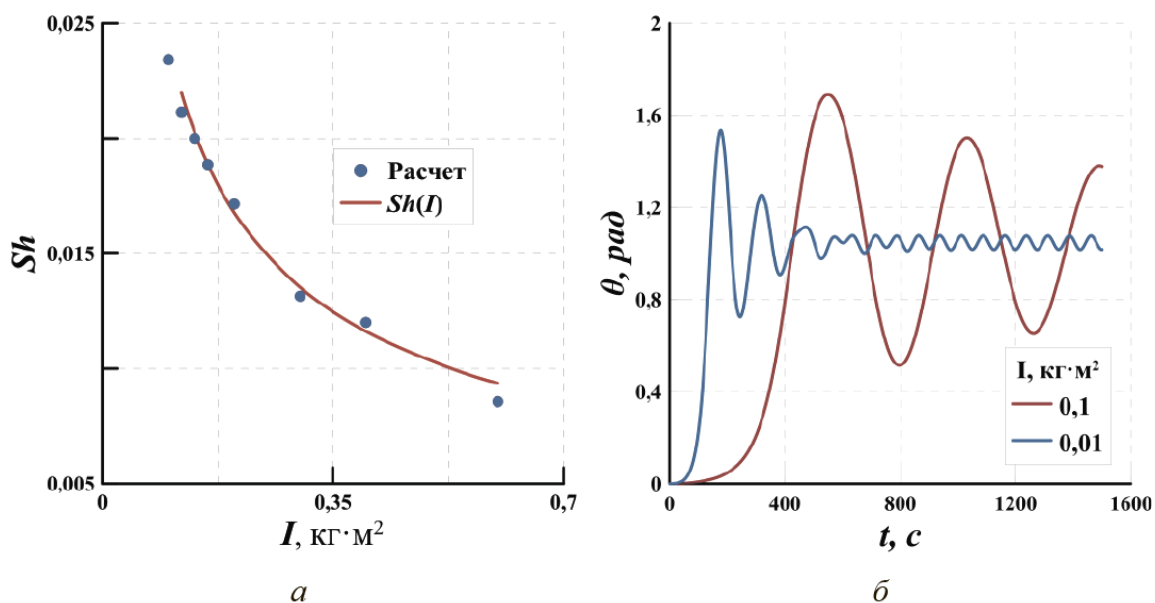


Рис. 2. а) зависимость числа Струхала от момента инерции; б) изменение угла поворота при различных моментах инерции

В расчете проводился анализ обтекания при свободном и закрепленном теле, а также тело фиксировалось при различных значениях угла атаки. Построена зависимость средней силы сопротивления от угла поворота.

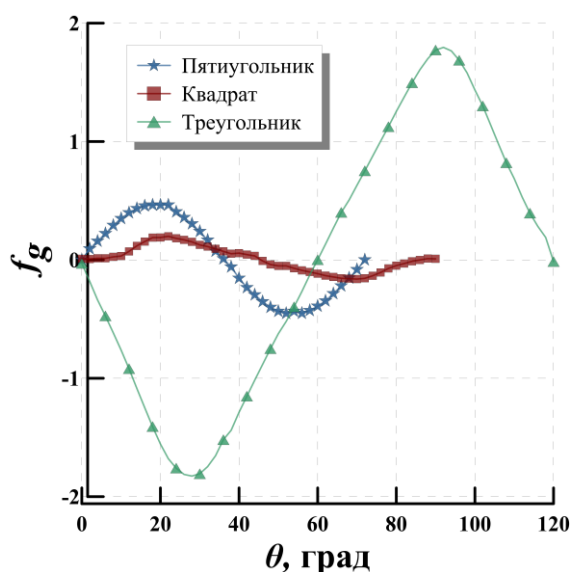


Рис. 3. Зависимость подъемной силы от угла поворота для разных тел

Из рисунка 3 видно, что на треугольник действуют наибольшая подъемная сила, т.к. эта сила направлена горизонтально, именно она отклоняет тело от вертикали, этим можно объяснить наибольшую относительную амплитуду в траектории всплытия тетраэдра.

Список литературы

1. Федяев В. Л., Моренко И. В., Серазетдинов Н. З. Обтекание кругового цилиндра вязкой жидкостью с примесями // Наука. 2006. Вып. 1. С. 23-34.
2. Чумакова А. Т. Расчёт отрывных течений за плохо обтекаемым телом // 10-я между-нар. научно-техн. конф. ОМИП. 2008. Вып. 2. С. 32-37.
3. Сенницкий В. О. О поведении пульсирующего твердого тела в вязкой жидкости с отсутствием силы тяжести // ПМТФ. 1997. Вып. 4. С. 19-23.
4. Братухин Ю. К., Рыбкин К. А., Юдин Р. С. Хаотическая динамика дрейфа сферических тел в вязкой жидкости // Вестник Пермского университета. Серия: Физика. 2012. Вып. 4. С. 15-18.
5. Буркова Л. Н., Рыбкин К. А. Экспериментальное исследование траекторий дрейфа всплывающих эйлеровых многогранников // Вестник Пермского университета. Серия: Физика. 2015. Вып. 7. С. 23-24.