

9. Эйнштейн А. Собрание сочинений в 4-х томах. – Т. 1 и 2. – М.: Наука, 1965. 700с. и 878с.

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ПЕРЕДНИМ КРУГЛЫМ ТОРЦОМ В СОПРОТИВЛЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЕ

*Шамолин М.В.*

Институт механики МГУ им. М. В. Ломоносова, Москва  
[shamolin@imec.msu.ru](mailto:shamolin@imec.msu.ru)

Предлагаемая работа представляет собой очередной этап исследования задачи движения твердого тела, взаимодействующего со средой лишь через передний плоский участок своей внешней поверхности. При построении силового воздействия среды используется информация о свойствах струйного обтекания в условиях квазистационарности [1, 2]. Движение среды не изучается, а рассматривается такая задача динамики твердого тела, в которой характерное время движения тела относительно его центра масс соизмеримо с характерным временем движения самого центра.

В работе построена нелинейная модель плоскопараллельного и пространственного воздействия среды на твердое тело, учитывающая зависимость плеча силы от компонент приведенной угловой скорости тела, при этом сам момент данной силы является также функцией угла атаки. Как показала обработка эксперимента о движении в воде однородных круговых цилиндров [1, 2], данные обстоятельства необходимо учитывать при моделировании.

При изучении рассматриваемой модели найдены достаточные условия асимптотической устойчивости одного из ключевых режимов — прямолинейного поступательного торможения. В применение к однородным круговым цилиндрам выписаны конкретные оценки на их инерционно-массовые характеристики, при этом учитываются результаты приведенных ранее экспериментов, в том числе по получению безразмерных параметров воздействия воды на них.

В работе также показано, что при некоторых условиях на старшие производные функций воздействия среды (плеча силы воздействия и коэффициента сопротивления) возможно присутствие в системе либо

устойчивого, либо неустойчивого автоколебательных режимов движения. При этом непреодолимой сложностью является измерение старших производных данных функций воздействия среды, поскольку для каждого конкретного тела не только явный вид, но и знаки старших производных даже в отдельных точках таких функций нам неизвестны.

В процессе применения разработанной ранее методики исследования диссипативных динамических систем определенного вида [3, 4], возникающих в задаче о свободном торможении, получено новое многопараметрическое семейство фазовых портретов на двумерном цилиндре квазискоростей, состоящее из бесконечного множества топологически неэквивалентных портретов, вырожденным образом меняющих свой топологический тип при изменении параметров системы. Полученное семейство обладает или устойчивым, или неустойчивым автоколебательным режимами в конечном диапазоне углов атаки. Область физических параметров при этом является множеством конечной меры во всем бесконечномерном пространстве параметров системы, так что полученные портреты являются типичными [3–5].

Полученные результаты позволяют сконструировать полые круговые цилиндры — «гильзы», использование которых может обеспечить необходимую устойчивость при проведении дополнительных натуральных экспериментов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ерошин В.А., Самсонов В.А., Шамолин М.В. Модельная задача о торможении тела в сопротивляющейся среде при струйном обтекании // Известия РАН. МЖГ. 1995. № 3. С. 23–27.
2. Самсонов В.А., Шамолин М.В., Ерошин В.А., Макашкин В.М. Математическое моделирование в задаче о торможении тела в сопротивляющейся среде при струйном обтекании. Научный отчет Ин-та механики МГУ № 4396. М.: Ин-т механики МГУ, 1995. 41 с.
3. Шамолин М.В. Замкнутые траектории различного топологического типа в задаче о движении тела в среде с сопротивлением // Вестн. МГУ. Сер. 1. Математика, механика. 1992. № 2. С. 52–56.
4. Шамолин М.В. Методы анализа динамических систем с переменной диссипацией в динамике твердого тела. М.: Изд-во «Экзамен», 2007. 352 с.
5. Шамолин М.В. Применение методов топографических систем Пуанкаре и систем сравнения в некоторых конкретных системах дифференциальных уравнений. // Вестн. МГУ. Сер. 1. Математика, механика. 1993. № 2. С. 66–70.