

УДК 532.526.5

Особенности пульсирующего режима обтекания тела с иглой газовым потоком

Левин Владимир Алексеевич^{1,2}

levin@imec.msu.ru

Афони娜 Наталья Евгеньевна¹

afonina@imec.msu.ru

Нго Куанг Туен¹

tuyen.ngo@mail.ru

Хмелевский Александр Николаевич^{1(*)}

khmelevsky@imec.msu.ru

SPIN-код: 3332-0939

¹ НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия² ИАПУ ДВО РАН, Владивосток, Россия

Аннотация. Представлены результаты экспериментального моделирования стадии пульсирующего режима обтекания тела с иглой, характеризующейся появлением тройной точки, движущейся навстречу потоку и возникающей в процессе нестационарного взаимодействия ударных волн. Опыты проводились в ударной трубе, имеющей измерительную секцию квадратного сечения. Телом обтекания являлась сфера с тонкой иглой, расположенная на оси трубы под нулевым углом атаки. Визуализация потока осуществлялась с помощью теневого прибора. Получена временная развертка движения тройной точки и установлен критерий ее появления.

Ключевые слова: пульсирующий режим, сфера с иглой, тройная точка, ударная труба, измерения

Введение. Пульсирующий режим обтекания тела с иглой, при котором вблизи головной части периодически возникает, а затем исчезает передняя отрывная область, представляет наибольшую угрозу для конструкции тела. Исследование такого режима и установление критериев его формирования — актуальная проблема [1].

Методы и материалы; результаты. Ударные трубы нередко применяются в исследованиях процессов взаимодействия ударных волн с газовыми неоднородностями [2]. Моделирование течений проводилось в ударной трубе, квадратное сечение измерительной секции которой составляло 98×98 мм [3]. Сигналы с датчиков давления использовались для определения скорости ударной волны. Начальное давление в трубе составляло $4 \pm 0,1$ кПа, а число Маха падающей ударной волны $M = 2,5 \pm 0,1$. Сфера диаметром 45 мм с тонкой иглой длиной 45 мм располагалась на оси трубы в поле зрения теневого прибора. Фоторегистрация обтекания выполнялась скоростной цифровой камерой. Экспериментально исследовано формирование течения при падении ударной волны в воздухе на сферу с иглой. Установлено, что на начальном этапе наблюдается осесимметричная бифуркация отраженной ударной волны от сферы с отрывом пограничного слоя на игле и формированием растущей конической передней отрывной зоны в набегающем потоке, сформированном падающей ударной волной.

Заключение. Исследован нестационарный процесс формирования отрывной зоны потока на игле при движении по ней отошедшей ударной волны. Механизмом инициирования отрыва потока является бифуркация фронта отошедшей ударной волны при ее взаимодействии с пограничным слоем на игле, а условия возникновения бифуркации — суть критерии появления тройной точки в потоке. Получены экспериментальные данные в виде временных зависимостей координат движения тройной точки навстречу потоку.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания
МГУ имени М.В. Ломоносова.*

Список источников

- [1] Чжен П. *Отрывные течения*. Москва, Мир, 1972, т. 2, 280 с.
- [2] *Ударные трубы*. Москва, Изд-во иностранной литературы, 1962, 699 с.
- [3] Фокеев В.П. Особенности бифуркации отраженной ударной волны на игле. *Письма в Журнал технической физики*, 2015, т. 41, № 16, с. 61–67.