

Тогда для любой  $\Psi \in C(S)$  существует единственное решение уравнения (1) на  $M$  такое что

$$\lim_{r \rightarrow \infty} u(r, \theta) = \Psi(\theta).$$

При доказательстве данных утверждений, в частности, используется тот факт, что из сходимости интеграла  $J < \infty$  следует сходимость  $I < \infty$ , условие однозначной разрешимости задачи Дирихле для гармонических на  $M$  функций ( $I < \infty$ ), а также стандартный прием, заключающийся в представлении решений уравнения (1) в виде суммы гармонической функции с заданными краевыми условиями и решения уравнения (1) с нулевыми краевыми условиями. Техника доказательства основана на представлении решений в виде рядов Фурье по собственным функциям оператора Лапласа–Бельтрами на  $S$  и доказательстве их равномерной сходимости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лосев А. Г. Некоторые лиувиллевы теоремы на римановых многообразиях специального вида // Изв. вузов. Матем. 1991. № 12. С. 15–23
2. Лосев А. Г. Об одном критерии гиперболичности римановых многообразий специального вида // Матем. заметки. 1996. № 59(4). С. 558–564
3. Лосев А. Г., Мазена Е. А. Об асимптотическом поведении решений некоторых уравнений эллиптического типа на некомпактных римановых многообразиях // Изв. вузов. Матем. 1999. № 6. С. 41–49
4. Лосев А. Г., Федоренко Ю. С. О положительных решениях квазилинейных эллиптических неравенств на некомпактных римановых многообразиях // Матем. заметки. 2007. Т. 81, № 6. С. 867–878

УДК 519.63+523.68

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МАЛОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО И КРУГОВОГО ЦИЛИНДРОВ В СВЕРХЗВУКОВОМ ПОТОКЕ

В. Т. Лукашенко (Москва, РФ)

lukashenko-vt@yandex.ru

Одной из фундаментальных задач газовой динамики является проблема взаимодействия тел в сверхзвуковом потоке. Связана данная проблема прежде всего с прикладными исследованиями — начиная от вопросов о динамике распада метеорных тел при движении в атмосфере [1] до получения расчётных аэродинамических коэффициентов при обтекании тел в аэродинамических трубах [2].

В представленной работе автором исследовалось поведение характеристик малого эллиптического цилиндра в поле течения большого кругового цилиндра при квазистационарном сверхзвуковом обтекании (число Маха  $M = 6$ ; число Рейнольдса  $Re = 10^5$ ) обыкновенным воздухом (показатель адиабаты  $\gamma = 1.4$ ).

Расчёты проводились при помощи метода [3, 4] с гибридными сетками. Вокруг каждого обтекаемого тела строились специальные сетки, на которых численно решалась система уравнений Навье – Стокса в приближении тонкого слоя, и после этого результаты расчётов согласовывались со значениями газодинамических характеристик на сетке основного течения, где численно решались уравнения Эйлера. Отметим, что такой подход позволяет с достаточно хорошей точностью получить решение задачи об обтекании тел вязким сжимаемым газом без значительного усложнения вычислений [4].

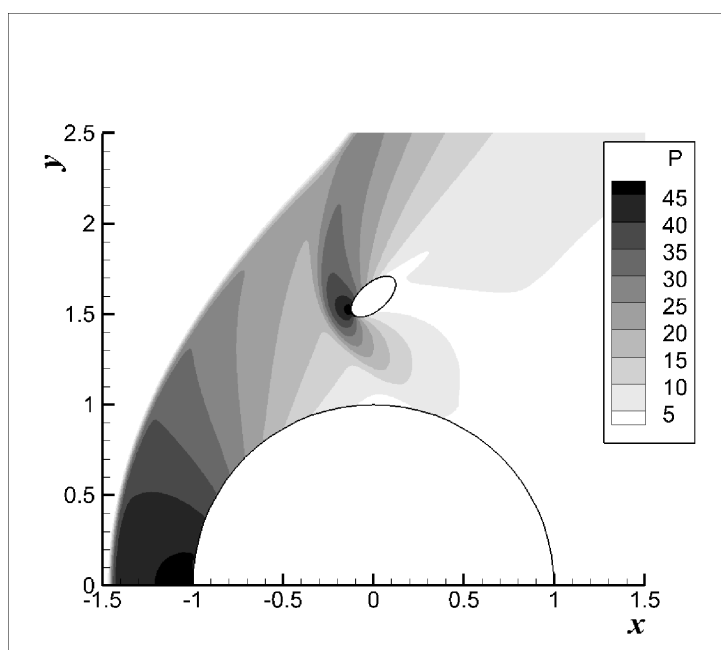


Рис. 1. Распределение давления вблизи цилиндров (конфигурация I).

При этом радиус кругового цилиндра брался равным единице, а само большое тело помещалось в центр. Малый же эллиптический цилиндр брался с главными полуосями  $a = 0.15$  и  $b = 0.075$ . Рассматривались четыре основные конфигурации нахождения малого цилиндра по отношению к большому: I) малый цилиндр находится на линии перпендикулярной к набегающему потоку вблизи большого тела; II) малый цилиндр находится на линии перпендикулярной к набегающему потоку вдали от

большого тела; III) малый цилиндр находится на отходящей от большого тела ударной волне ниже по потоку; IV) малый цилиндр находится в следе большого тела.

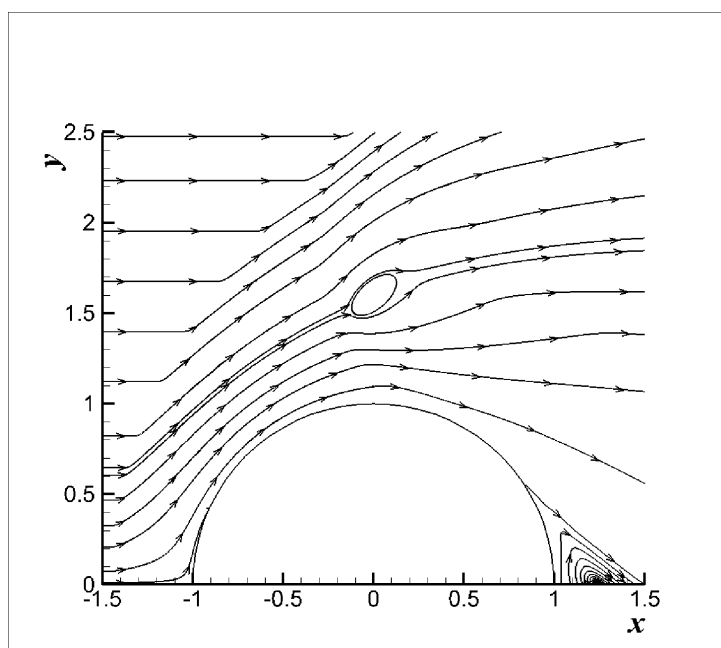


Рис. 2. Линии тока вблизи цилиндров (конфигурация I)

По результатам расчётов получены зависимости аэродинамических характеристик тел от угла наклона эллиптического цилиндра по отношению к набегающему потоку для четырёх указанных конфигураций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стулов В. П., Мирский В. Н., Вислый А. И. Аэродинамика болидов. М. : Наука, 1995. 240 с.
2. Кузнецов Б. Я. Аэродинамические исследования цилиндров // Тр. ЦАГИ. М., 1931. Вып. 98. 39 с.
3. Максимов Ф. А. Сверхзвуковое обтекание системы тел // Компьютерные исследования и моделирование. 2013. Т. 3, № 1. С. 161–171.
4. Максимов Ф. А., Шевелев Ю. Д. Численное моделирование трёхмерных пространственных сверхзвуковых течений вязкого газа с отрывом потока // Матем. моделирование. Проблемы и решения. М. : Наука, 2003. С. 384–421.