



МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**“Современные проблемы
прикладной математики и механики
теория, эксперимент и практика”
посвященная 90-летию со дня рожде
академика Н.Н. Яненко**

Новосибирск 2011

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Сибирское отделение
Институт вычислительных технологий
Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича
Институт вычислительного моделирования
Институт динамики систем и теории управления
Новосибирский государственный университет
Новосибирский государственный технический университет
Специальное конструкторско-технологическое бюро "Наука"
Российский фонд фундаментальных исследований

Международная конференция
"Современные проблемы прикладной математики и механики:
теория, эксперимент и практика",
посвященная 90-летию со дня рождения академика Н.Н. Яненко

Тезисы докладов

Новосибирск
Академгородок
2011

5.70. Маусумбекова С.Д. Численное исследование двумерного течения сжимаемого газа с двумя последовательно расположенными препятствиями

Исследования течений вокруг одного или ряда цилиндров имеют важную практическую ценность. Основную часть сооружений, как трубы теплообмена, охлаждающие системы атомных электростанций, морские платформы, дымовые трубы, электрические кабели и т. д., формируют цилиндры с круговым сечением. Упомянутые конструкции подвергаются воздействию потока воздуха или воды, следовательно, вырабатывают возбуждаемые потоками вибрации, которые приводят к разрушению конструкции. Чтобы избежать этой ситуации и улучшить дизайн конструкций, необходимо понимать детали взаимодействия поток – конструкция. Эти знания могут быть улучшены экспериментальными и численными моделями. В прошлых десятилетиях несжимаемое течение вокруг одного цилиндра хорошо изучалось и сейчас рассматривается как классический случай для обоснования новых численных схем. С точки зрения геометрической конфигурации течение вокруг двух цилиндров может рассматриваться как расширенный случай изолированного цилиндра. Несмотря на это, соответствующая задача имеет свои трудности, связанные с взаимодействием течений между препятствиями. Положение каждого препятствия в потоке относительно соседних определяет возмущения и изменения, вносимые в поток перед препятствием и за ним. Из-за избытка интереса к характеристикам течения, исследования течений вокруг пары цилиндров остается актуальным. Геометрическое расположение двух цилиндров в общем можно разделить на расположенные параллельно, тандемом, и в шахматном порядке в соответствии с направлением свободного потока. Эти расположения экспериментально и численно изучались многими исследователями [1-3]. При численном моделировании обтекания препятствий возникают трудности, связанные с удовлетворением граничных условий на препятствии. Известны подходы к разрешению этих проблем, наиболее эффективными среди них можно назвать метод виртуальных границ [4], метод фиктивных областей [5], отличающиеся простой реализацией. В данной работе рассматривается плоское течение сжимаемого турбулентного газа в поле силы тяжести, описываемое нестационарными уравнениями Навье–Стокса. Для исключения трудностей, возникающих при численном интегрировании исходной системы уравнений для малых чисел Маха, использована модель гипозвуковых течений [6]. Точное удовлетворение граничных условий на препятствии влияет на определение сил, действующих со стороны жидкости на тело. Для повышения порядка аппроксимации динамических характеристик на препятствии применяются линейная и билинейная интерполяции. Получены численные решения для течений вокруг двух цилиндров, расположенных параллельно и тандемом. Для количественного описания свойств течений вычисляются значения коэффициентов сопротивления и подъемной силы и сравниваются с доступными данными. Для описания детализированной структуры потока около следа представлены численные визуализации в форме контуров завихренности и линии тока.

1. Bearman P.W., Wadcock A.J. The interaction between a pair of circular cylinders normal to a stream. *Journal of Fluid Mechanics* 1973; 61:499–511.
2. Williamson C.H. Evaluation of a single wake behind a pair of bluff bodies. *Journal of Fluid Mechanics* 1985; 159:1–18.
3. Zdravkovich M.M. Review of flow interference between two circular cylinders in various arrangements. *Journal of Fluid Engineering* 1977; 99:618–633.
4. Kim J., Kim D., Choi H. An immersed-boundary finite-volume method for simulations of flow in complex geometries. *Journal of Computational Physics*. 2001. V. 171, 132–150.
5. Вабишев П.Н. Метод фиктивных областей в задачах математической физики. М.: МГУ, 1991, 156 с.
6. Лапин Ю.В., Стрелец М.Х. Внутренние течения газовых смесей. М.: Наука, 1989. 368 с.

5.71. Мерзиевский Л.А., Корчагина А.Н. Численное моделирование распространения теплового импульса во фрактальной среде

Для расчета распространения теплового импульса в настоящее время используется либо квазилинейное, либо гиперболическое уравнение теплопроводности. Значительное количество реальных процессов не укладываются в представления механики сплошной среды и требуют привлечения представлений о фрактальности среды, в которой эти процессы происходят. К таким процессам, например, относятся диффузия примесей в грунте, распространение тепла в высокопористых средах. Для описания таких процессов используются модифицированный соответствующим образом закон Фика [1] и математический аппарат дробного интегро-дифференциального исчисления [2]. В соответствии с этим в классическое уравнение теплопроводности (диффузии) вводятся производные дробного порядка как по пространству, так и по времени. Возникают начально-краевые задачи для дифференциальных уравнений с дробными производными. Развиваются аналитические методы решения задач, однако наибольшее распространение получили численные методы [3,4]. Это связано в первую очередь с тем, что аналитические решения удается полу-