

УДК 629.76:533.6.071.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КРИВИЗНЫ ОБТЕКАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА РАСПОЛОЖЕНИЕ ТОЧКИ ОТРЫВА ПОТОКА МЕТОДОМ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Терёхин А.А., Рандина Т.В.

Научный руководитель – к. т. н., доцент Сидельников Р. В.  
Южно-Уральский государственный университет

Трудности аналитического исследования определяются сложной математической постановкой, поэтому лишь численные методы позволяют получить достаточно полную информацию о влиянии кривизны поверхности на характер истечения газовой струи. Вычислительный алгоритм основывается на методе контрольного объёма (МКО). Метод обладает большим количеством положительных качеств, которые позволяют выполнять расчёты в большом диапазоне изменения начальных данных. Основная идея МКО состоит в разбиении расчётной области на контрольные непересекающиеся объёмы таким образом, что каждая узловая точка содержится в контрольном объёме. Дифференциальное уравнение интегрируется по каждому контрольному объёму. Находят дискретный аналог дифференциального уравнения, в который входят искомые параметры в нескольких узловых точках. Полученный подобным образом дискретный аналог выражает закон сохранения для каждого параметра конечного контрольного объёма. Одним из важных свойств МКО является то, что в нем заложено точное интегральное сохранение таких величин, как масса, количество движения и энергия на любой группе контрольных объёмов и, следовательно, на всей расчетной области.

В данной работе проводится численное исследование влияния кривизны обтекаемой поверхности на расположение точки отрыва пограничного слоя воздействующей на наклон вектора скорости потока в области истечения струи в окружающую среду. Данный вопрос возник на производстве метрологического оборудования использующего газосые эффекты в методике калибровки грузов для грузопоршневых калибраторов. Интересующим параметром являлся вектор скорости потока, который зависит от состояния (кривизны) поверхности сопла, из которого происходит истечения газа. Цель численного эксперимента - определение влияния кривизны поверхности сопла на наклон вектора скорости. В качестве критерия точности найденного численного решения являлось сравнение с экспериментальными данными общей интегральной силовой характеристики прибора, которая определялась в ходе решения поставленной задачи.

Исследуемый прибор имеет большой диапазон чисел Рейнольдса. Для моделирования турбулентного течения использовалась стандартная полуэмпирическая  $k$ - $\epsilon$  модель турбулентности, сжимаемость газа не учитывалась.

При малых скоростях истечения, возникали проблемы со сходимостью численно решения. Вследствие изменения коэффициентов релаксации проблемы со сходимостью были устранены, что подчёркивает универсальность МКО.

Полученные результаты показали хорошее совпадение с экспериментальными данными и позволили ввести уточняющие зависимости на наклон вектора скорости в ходе аппроксимации полученных численных данных в зависимости от состояния поверхности сопла.