

УДК 536.24: 532

Особенности формирования вихревых структур в отрывном течении за выступом в канале при переходе к турбулентности*

В.М. Молочников¹, А.Б. Мазо², А.В. Малюков¹, Е.И. Калинин²,
Н.И. Михеев¹, О.А. Душина¹, А.А. Паерелий¹

¹Исследовательский центр проблем энергетики КазНЦ РАН, Казань

²Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань

E-mail: vmolochnikov@mail.ru

Представлены результаты лабораторных исследований и численного моделирования трехмерного отрывного течения за поперечным полуцилиндрическим выступом в канале на ламинарном и переходном к турбулентному режимам течения. Получены данные о динамике структуры течения и эволюции крупномасштабных вихревых структур, формирующихся в следе за препятствием.

Ключевые слова: визуализация течения, прямое численное моделирование, ламинарно-турбулентный переход, крупномасштабные вихревые структуры, поперечный выступ.

Введение

В экспериментальных исследованиях установлено, что при течении вязкой жидкости в канале с препятствием наблюдается отрыв потока и формирование упорядоченных крупномасштабных вихревых структур, которые квазипериодически выносятся из области отрыва (см. [1]). При достаточно больших значениях числа Рейнольдса в следе происходит распад крупных вихрей на каскад мелких с переходом к турбулентности. Большинство исследователей связывают механизм формирования крупных вихрей с глобальной неустойчивостью течения в масштабе всей отрывной области. В литературе это явление обозначается термином «неустойчивость к сходу периодических вихрей» [2–4]. Существует и другая точка зрения, согласно которой считается, что вихри формируются в результате развития конвективной неустойчивости оторвавшегося сдвигового слоя за препятствием [3, 8].

В работах [5–7] были представлены данные дымовой визуализации, PIV измерений мгновенных векторных полей скорости потока и завихренности, а также термоанемометрических измерений скорости в отрывном течении за поперечным выступом в прямоугольном канале в диапазоне чисел Рейнольдса, включающем последовательные этапы перехода к турбулентности. Визуализация течения в плоскости симметрии канала

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (гранты №№ 13-08-00359, 13-08-00504, 13-01-00368, 13-08-97050, 14-01-31067) и программы № 25 Президиума РАН (соглашения №№ 8078, 8714).

© Молочников В.М., Мазо А.Б., Малюков А.В., Калинин Е.И., Михеев Н.И., Душина О.А., Паерелий А.А., 2014