

## **Кода Jet3D: реализация и верификация различных методов генерации синтетической турбулентности на примере моделирования развитого турбулентного течения.**

Жигалкин А.С., Любимов Д.А.  
«ЦИАМ им. П.И. Баранова», Москва

Одним из наиболее популярных способов задания нестационарных входных граничных условий при моделировании турбулентных течений с помощью вихреразрешающих подходов является генерация синтетической турбулентности. В последнее время разработано значительное количество методов генерации синтетической турбулентности. Все они отличаются друг от друга по сложности и степени физической правдоподобности генерируемого с их помощью поля пульсаций скорости. Поэтому вопрос выбора наиболее подходящего среди них является актуальным.

В код Jet3D было встроено три достаточно распространенных метода генерации синтетической турбулентности: два спектральных метода [1, 2] и один на основе переноса когерентных вихревых структур [3]. Их верификация была произведена на задаче развитого турбулентного течения в плоском канале. Она состояла из нескольких этапов: базовый расчет с периодическим граничным условием в продольном направлении (рециклинг) и расчеты с заданием синтетической турбулентности на входной границе. При этом в качестве исходных данных для генерации турбулентности использовались распределения Рейнольдсовых напряжений и турбулентных масштабов по высоте канала, полученные из результатов расчета с помощью рециклинга.

В силу искусственной природы добавляемых пульсаций формирование поля скоростей с физически реалистичными характеристиками турбулентности происходит на определенном расстоянии от входной границы. В зависимости от применяемого метода, это расстояние может быть различным. Была произведена сравнительная оценка реализованных методов по величине этого расстояния: были построены распределения Рейнольдсовых напряжений на выходной границе с целью их сравнения с распределениями, заданными на входе, а также распределение трения на стенке по длине канала.

Помимо оценки способности воспроизводить физически реалистичные параметры турбулентности, была произведена оценка акустических параметров реализованных методов. Введение искусственных флуктуаций скорости на входе в область LES расчета приводит к возникновению источников ложного шума. Это может вызывать сильное искажение акустического поля рассматриваемого течения. С целью сравнить величину генерируемого ложного шума были получены распределения среднеквадратической величины пульсаций давления по длине и высоте канала, а также спектры давления в различных точках.

### **Литература**

1. *L. Davidson* Using isotropic synthetic fluctuations as inlet boundary conditions for unsteady simulations // *Advances and Applications in Fluid Mechanics*, 2007, N. 1, P. 1–35.
2. *A. Smirnov, S. Shi, and I.B. Celik* Random flow generation technique for large-eddy simulations and particle-dynamics modeling // *Journal of Fluids Engineering*, 2001, N. 123, P. 359–371.
3. *N. Jarrin, S. Benhamadouche, D. Laurence, and R. Prosser*, A synthetic-eddy-method for generating inflow conditions for large-eddy simulations // *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 2006, V. 27, pp. 585–593.