

АДАПТИВНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В ПОДХОДЕ К ОПИСАНИЮ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЧАСТИЧНО УСРЕДНЕННЫХ УРАВНЕНИЙ НАВЬЕ-СТОКСА

П. А. Кучугов

Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН, Москва, Россия

На сегодняшний день использование гибридных подходов для описания турбулентных течений стало стандартной практикой в вычислительной гидродинамике. Эти подходы позволяют сочетать разрешение достаточного диапазона масштабов течения и приемлемую вычислительную ресурсоемкость. Этого удается добиться за счет использования различных методов описания турбулентных течений (RANS/LES) в разных пространственных областях. Переключение между методами обычно регулируется параметрами на основе отношения интегрального масштаба турбулентности и сеточного масштаба. Существуют и иные подходы, такие, как PITM (Partially Integrated Transport Model) [1], в котором разделение масштабов осуществляется в пространстве волновых векторов, и PANS (Partially-Averaged Navier Stokes)[2], в котором регулирующим параметром является отношение турбулентной кинетической энергии неразрешаемых оператором усреднения пульсаций и полной турбулентной кинетической энергии, соответствующей усреднению по Рейнольдсу. Постоянное значение отношения $f_k = k_u/k$ в PANS-подходе позволяет достигнуть промежуточного между RANS и LES пространственного разрешения течения. Однако только динамически изменяемое значение f_k может обеспечить желаемую точность моделирования. Это, в свою очередь, приводит к некоммутативности оператора усреднения с пространственными и временной производными и необходимости учета дополнительных членов в базовой системе уравнений. В работе [3, 4] для замыкания итоговой системы уравнений предложена модель, базирующаяся на принципе сохранения полной энергии.

В данной работе на примере задачи о затухании однородной изотропной турбулентности демонстрируется использование подхода на основе частично усредненных уравнений Навье-Стокса (PANS) с различными вариантами изменения параметра f_k , включающими постоянное значение, динамическое в соответствии с заданным законом и адаптивное на основе мгновенных характеристик течения.

Литература

1. **Schiestel, R.** Towards a new partially integrated transport model for coarse grid and unsteady turbulent flow simulations [Text] / R. Schiestel, A. Dejoan // Theoretical and Computational Fluid Dynamics. – 2005. – Vol. 18, No. 6. – P. 443–468.
 2. **Girimaji, S. S.** Partially-Averaged Navier-Stokes Model for Turbulence: A Reynolds-Averaged Navier-Stokes to Direct Numerical Simulation Bridging Method [Text] // Journal of Applied Mechanics. – 2006. – Vol. 73, No. 3. – P. 413–421.
 3. **Wallin, S.** Commutation error mitigation in variable-resolution PANS closure: Proof of concept in decaying isotropic turbulence [Text] / S. Wallin, S. Girimaji // 6th AIAA Theoretical Fluid Mechanics Conference. American Institute of Aeronautics and Astronautics, – 2011.
 4. **Girimaji, S. S.** Closure modeling in bridging regions of variable resolution (VR) turbulence computations [Text] / S. S. Girimaji, S. Wallin // Journal of Turbulence. – 2013. – Vol. 14, No. 1. – P. 72–98.
-