

РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ТУРБУЛЕНТНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРАХ

*И.В. Гавриченко, Н.В. Калинин (СумГУ),
А.А. Лысенко (ОАО "Сумское НПО им. М. В. Фрунзе")*

Проектирование высокоэкономичных центробежных компрессоров в настоящее время основывается на выполнении вычислительного эксперимента, учитывающего особенности вязкого трехмерного течения газа в проточной части турбомашин. Это позволяет уже на начальных этапах проектирования осуществлять поиск рациональной формы элементов проточной части, в том числе лопаточных аппаратов без привлечения эксперимента физического. Вычислительный эксперимент позволяет достигать улучшения газодинамических характеристик центробежных компрессоров за счет управления отрывом потока, в частности за счет обеспечения безотрывного состояния пограничного слоя.

Для выполнения расчетов течения газа в центробежных компрессорах все чаще в настоящее время применяются сложные модели течения, в которых решается численно уравнение Навье-Стокса. Обычно решается усредненное по Рейнольдсу уравнение движения Навье-Стокса:

$$\frac{\partial \bar{c}_i}{\partial \tau} + \bar{c}_j \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} = \bar{F} - \frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\nu \cdot \frac{\partial \bar{c}_i}{\partial x_j} - \bar{c}'_i c'_j \right)$$

Моделирование потока сопряжено с рядом трудностей, что связано как со сложностью физических процессов, происходящих в исследуемых аппаратах, так и с проблемами адекватности математических моделей. Расчеты выполняются с использованием прикладных программ, предназначенных для моделирования пространственных турбулентных течений в устройствах сложной формы, например, ANSYS/Flotran, Fluent, CFX-TASCflow, FlowER и др.

Программные единицы комплекса, связанные общим ядром, могут быть условно разделены на 4 группы:

- 1) программы подготовки геометрических и газодинамических исходных данных, работающие в диалоговом режиме с визуализацией геометрии проточной части;
- 2) программы построения расчетной области: расчет координат узлов и метрики сетки с визуализацией сеточных поверхностей;
- 3) газодинамические программы: начальное приближение и обтекание;
- 4) программы визуализации результатов газодинамических расчетов: построение графиков, изолиний и векторов направлений потока.