

Моделирование газовых потоков

Иванов И.А.

Белорусский национальный технический университет

Моделирование процессов и систем на основе математических моделей является универсальным методом исследования их свойств. Построение математической модели заключается в определении связей между теми или иными интересующими специалиста физическими величинами, и факторами, влияющими на конечный результат. Важным является выбор адекватного математического аппарата, позволяющего выразить количественно и качественно связь между исследуемыми величинами.

Цель работы - провести анализ изменения подходов к построению математических моделей описания движения несжимаемых и сильно разреженных газов и определить границы их применимости. Движение несжимаемых газов (или жидкостей) характеризуется отсутствием жестких связей между частицами. Описание такой системы как целого решается при переходе к модели сплошной среды. Для достаточно плотных сред среднее расстояние между соседними частицами невелико, а число столкновений в единицу времени при реальной температуре весьма большое. Следовательно, характерные масштабы осреднения по пространству (λ) и по времени (τ) могут быть выбраны малыми в сравнении с пространственно-временными масштабами процесса в целом. Это позволяет перейти к производным по времени и по координатам в достаточной степени адекватно отражая свойства реальной движущейся среды. Динамическое поведение сплошной среды (т.е. течение несжимаемых газов) описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных. Движение сильно разреженных газов ($Kn > 0,33$) протекает в молекулярном режиме. В этом случае нельзя ввести строго понятие градиента физических величин и средних параметров потока, определяемых в единице объема вакуумной камеры, так как параметры движения молекул меняются скачком при их столкновении со стенкой камеры. В этом случае для анализа движения сильно разреженных газов используют основные положения молекулярно-кинетической теории газов с последующей статистической оценкой результатов этого моделирования.

Таким образом, изменения подходов к построению математических моделей описания движения с учетом различия в свойствах исследуемых объектов позволил определить различия в математическом аппарате, используемом для моделирования движения этих объектов. Определены границы применимости моделей описания движения сплошной среды и сильно разреженных газов.