

2. Основные требования к численному методу

При построении численного метода решения основной системы уравнений Навье-Стокса желательно выполнение следующих требований.

1) Порядок аппроксимации по пространственным координатам должен быть не ниже второго.

Схемы первого порядка очень диссипативны, при их использовании происходит «размывание» газодинамических параметров. Тем не менее, при расчете течений с разрывами, например, со скачками уплотнения, в районах скачков аппроксимация первого порядка дает более физические результаты, чем аппроксимации высоких порядков.

2) Отсутствие ограничений на величину шага по времени.

Явные разностные схемы имеют жесткие ограничения на шаг по времени из-за требования устойчивости.

При решении стационарных задач методом установления это приводит к необходимости огромного количества итераций и больших затрат компьютерных ресурсов. Для сложных задач аэродинамики и термогазодинамики это совершенно недопустимо. Необходимо использовать неявные схемы. Хотя с математической точки зрения они намного сложнее явных, зато при их использовании нет ограничений на шаг по времени, и число итераций сокращается на порядки.

Для нестационарных задач неявные методы также гораздо более эффективны, чем явные.

3) Численная вязкость должна отсутствовать или быть минимальной.

Вопросу численной вязкости будет посвящен следующий параграф.

- 4) При расчете стационарных задач методом установления полученное решение не должно зависеть от шага по времени Δt .

С этой точки зрения могут возникнуть проблемы при использовании схем расщепления, метода переменных направлений, схем типа предиктор-корректор. Дело в том, что во всех этих схем фактически присутствует чередование разных методов решения. При приближении к равновесию один из этих методов уже может отвечать критерию сходимости, а другой - нет. В ряде случаев вообще не удастся достичь необходимого критерия сходимости по всем этим методам.

- 5) Разностная схема должна быть полностью консервативной, что гарантирует отсутствие потерь массы, энергии и количества движения.

Таким образом, в основе построения разностной схемы предпочтительнее метод контрольных объемов, чем метод конечных разностей.