МОНОТОНІЗАЦІЯ РІЗНИЦЕВИХ СХЕМ ПІДВИЩЕНОГО ПОРЯДКУ АПРОКСИМАЦІЇ ДЛЯ РІВНЯНЬ ГАЗОВОЇ ДИНАМІКИ

Ванін В.А., Першина Ю.І., Тулученко Г.Я.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

При дослідженні аеродинамічних течій біля профілів лопаток компресорів, турбін, крила літального апарату, гвинта гелікоптера, напружено-деформівного стану різноманітних конструкцій в полі нестаціонарних сил, явищ магнітної гідродинаміки, взаємодії електромагнітної хвилі з речовиною, резонансів в них необхідно мати досконалі математичні моделі таких явищ та ефективні методи чисельного дослідження задач для них.

Загальний підхід базується на системах нестаціонарних рівнянь законів збереження в відповідних задачах у вигляді

$$\frac{\partial}{\partial t}\vec{U}(\vec{r},t) + DIV\,\vec{F}(\vec{U}(\vec{r},t)) = \vec{Q}(\vec{r},t), \quad \vec{U}(\vec{r},0) = \vec{U}_0(\vec{r}), \quad \vec{R}(\vec{U}(\vec{r},t))\,|_{r\in\partial\Omega} = \vec{R}_0$$

Особливість таких квазілінійний гіперболічних систем диференціальних рівнянь полягає в утворенні розривів у функцій-розв’язків параметрів стану системи навіть при гладких початкових даних та коефіцієнтах в рівняннях [1].

Побудова ефективних методів чисельного дослідження розв’язків початково-крайових задач для таких систем вимагає від них окрім класичних вимог апроксимації, стійкості, збіжності деяких додаткових властивостей. Повна консервативність, монотонність , структура схемної в’язкості та дисперсії – такий неповний перелік необхідних властивостей різницевих схем для якісного виділення особливостей в розв’язках прикладних задач чисельними методвми.

Пропонується різницева схема підвищеного порядку апроксимації для системи рівнянь газової динаміки(рівняння Ейлера) монотонізована по координатах, з використанням технології обмежувальних функцій, при дослідженні трансзвукової течії в міжлопатевому каналі компресора, турбіни(внутрішня задача аеродинаміки) авіаційного двигуна. Узагальнюється ідея монотонізації на неявні схеми з розщепленням багатовимірних задач на послідовність одновимірних (або по процесах) з відповідним збереженням їх властивостей на багатовимірних.

Розглядаються особливості програмних реалізацій запропонованих різницевих схем з використанням додатків для візуалізації при аналізі отриманих чисельних результатів.

Література:

1. Рождественський Б.Л., Яненко Н.Н. Системи квазілінійних рівнянь та їх застосування у газовій динаміці / М.: Наука. -1978. - 688с.
2. Ванін В.А Математичні моделі та чисельні методи в задачах механіки суцільного середовища/ Навчально-методичний посібник. Харків.: НТУ «ХПІ».-2019. 205с.